**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**
Кафедра механічної та електричної інженерії

ЗАТВЕРДЖЕНО КАФЕДРОЮ
Завідувач кафедри
_____ Станіслав ПОПОВ
(протокол «02» 09. 2025 р. № 1)

# РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
(обов'язкова навчальна дисципліна)

# ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

| | |
|---|---|
| освітньо-професійна програма | Біотехнології та біоінженерія |
| спеціальність | 162 Біотехнології та біоінженерія |
| галузь знань | 16 Хімічна інженерія та біоінженерія |
| рівень вищої освіти: | бакалавр |
| навчально-науковий інститут | агротехнологій, селекції та екології |

Полтава
2025-2026 н.р.

Робоча програма навчальної дисципліни «Основи проектування біотехнологічних виробництв» для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Біотехнології та біоінженерія» спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія

Мова викладання: державна

Розробник: Вячеслав СКРИПНИК, професор кафедри механічної та електричної інженерії, доктор технічних наук, професор

01.09.2025 року Вячеслав СКРИПНИК

Погоджено гарантом освітньої програми Біотехнології та біоінженерія

«01» вересня 2025 року Ірина КОРОТКОВА

Схвалено головою Ради з якості вищої освіти спеціальності «Біотехнології та біоінженерія»
протокол «28» 09. 2025 року № 1
Голова ради з якості вищої освіти спеціальності Валентина КРИКУНОВА

©ПДАУ 2025 рік

## 1. Опис навчальної дисципліни

| Елементи характеристики | Денна форма здобуття освіти |
|---|---|
| Загальна кількість годин | 90 |
| Кількість кредитів | 3 |
| Місце в індивідуальному навчальному плані здобувача вищої освіти | Обов'язкова |
| Рік навчання *(162ББ_бд_2022)* | 4 |
| Семестр | 7 |
| Лекції (годин) | 16 |
| Практичні заняття (годин) | 14 |
| Самостійна робота (годин) | 60 |
| Форма семестрового контролю | екзамен |

## 2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Мета вивчення навчальної дисципліни: надання здобувачам вищої освіти базових знань з методології проектування, що використовуються при проектуванні біотехнологічних виробництв для техніко-економічного обґрунтування, вибору біологічних агентів, матеріальних розрахунків, вибору обладнання та методів контролю основних параметрів процесу.

## 3. Передумови вивчення навчальної дисципліни

Перелік дисциплін, що передують її вивченню: Економіка та організація біотехнологічних виробництв, Безпека життєдіяльності та основи охорони праці, Біоінженерія, Нормативне забезпечення біотехнологічних виробництв, Об'єкти біотехнологічних виробництв.

## 4. Компетентності

- інтегральна: Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю у біотехнології та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів біотехнології та біоінженерії
- загальні:
  - К01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
  - К06. Навички здійснення безпечної діяльності;
- фахові:
  - К10. Здатність використовувати знання з математики та фізики в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми;

- К16. Врахування комерційного та економічного контексту для проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення (промислового, харчового, фармацевтичного, сільськогосподарського тощо);
- К17. Здатність використовувати методології проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення;
- К19. Здатність складати технологічні схеми виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення;
- К20. Здатність складати апаратурні схеми виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення;
- К23. Здатність використовувати сучасні автоматизовані системи управління виробництвом біотехнологічних продуктів різного призначення, їх технічне, алгоритмічне, інформаційне і програмне забезпечення для вирішення професійних завдань

## 5. Програмні результати навчання / 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;

ПР13. Вміти здійснювати техніко-економічне обґрунтування виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення (визначення потреби у цільовому продукті і розрахунок потужності виробництва);

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;

ПР16. Базуючись на знаннях, одержаних під час практики на підприємствах та установах, вміти здійснювати продуктовий розрахунок і розрахунок технологічного обладнання;

ПР18. Вміти здійснювати обґрунтування та вибір відповідного технологічного обладнання і графічно зображувати технологічний процес відповідно до вимог нормативних документів з використанням знань, одержаних під час практичної підготовки;

ПР19. Вміти використовувати системи автоматизованого проектування для розробки технологічної та апаратурної схеми біотехнологічних виробництв.

ПР 21. Вміти формулювати завдання для розробки систем автоматизації виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.

***Співвідношення програмних результатів навчання із очікуваними результатами навчання***

| **Програмний результат навчання** ***(визначений освітньою програмою)*** | **Очікувані результати навчання навчальної дисципліни** |
|---|---|
| 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 | Знати основні сучасні математичні методи для розв'язання практичних задач.<br>Вміти:<br>- застосовувати сучасні математичні методи для розв'язання практичних задач, пов'язаних з дослідженням і проектуванням біотехнологічних процесів |
| ПР13. Вміти здійснювати техніко-економічне обґрунтування виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення (визначення потреби у цільовому продукті і розрахунок потужності виробництва) | Знати принципи розрахунку потреби у цільовому продукті і потужності виробництва.<br>Вміти здійснювати техніко-економічне обґрунтування виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення |
| 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 | Знати закономірності механічних, гідромеханічних, тепло- та масообмінних процесів та основні конструкторські особливості<br>Вміти обирати відповідне устаткування у процесі проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення для забезпечення їх максимальної ефективності |
| ПР16. Базуючись на знаннях, одержаних під час практики на підприємствах та установах, вміти здійснювати продуктовий розрахунок і розрахунок технологічного обладнання | Знати основи продуктового розрахунку і розрахунку технологічного обладнання.<br>Вміти здійснювати продуктовий розрахунок і розрахунок технологічного обладнання |
| ПР18. Вміти здійснювати обґрунтування та вибір відповідного технологічного обладнання і графічно зображувати технологічний процес відповідно до вимог нормативних документів з використанням знань, одержаних під час практичної підготовки | Знати номенклатуру технологічного обладнання.<br>Вміти здійснювати обґрунтування та вибір відповідного технологічного обладнання і графічно зображувати технологічний процес відповідно до вимог нормативних документів |

| | |
|---|---|
| ПР19. Вміти використовувати системи автоматизованого проектування для розробки технологічної та апаратурної схеми біотехнологічних виробництв | Знати принципи розробки технологічної та апаратурної схеми біотехнологічних виробництв.<br>Вміти використовувати системи автоматизованого проектування для розробки технологічної та апаратурної схеми біотехнологічних виробництв |
| ПР 21. Вміти формулювати завдання для розробки систем автоматизації виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення | Знати принципи функціонування систем автоматизації виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.<br>Вміти формулювати завдання для розробки систем автоматизації виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення |

## 6. Методи навчання і викладання

Словесні: лекція, розповідь, пояснення.

Наочні: ілюстрування, демонстрація.

Практичні: практичні роботи, робота з навчально-методичною літературою.

За мисленням: частково-пошуковий.

Методи формування пізнавальних інтересів: створення ситуації інтересу; метод використання життєвого досвіду.

Інтерактивні методи (мозковий штурм, дискусії).

Комп'ютерні і мультимедійні методи (використання комп'ютерних програм, мультимедійних презентацій та відеоконтента).

## 7. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. Загальні принципи проектування біотехнологічних виробництв *(Організаційні форми та методи проектування. Блок-схема етапів проєктування. Програмно-цільова структура проєктування. Стратегія проєктування. Стадії процесу проєктування. Поняття про системи автоматизованого проєктування)*.

Тема 2. Класифікація біотехнологічних виробництв. Структура біотехнологічного виробництва *(Класифікація біотехнологічних виробництв. Структура біотехнологічної системи. Узагальнена технологічна схема процесу біологічного синтезу)*.

Тема 3. Вибір біологічного агента та поживного середовища для його культивування *(Основні види біологічних агентів, що використовуються при отриманні біологічно активних речовин. Потреби мікроорганізмів у поживних та інших речовинах, лімітування та інгібування. Принципи складання поживних середовищ. Матеріально-енергетичний баланс росту мікроорганізмів. Сировина для*

*приготування поживних середовищ. Вибір біологічного агенту та складу поживного середовища для його культивування)*.

Тема 4. Способи культивування мікроорганізмів. Принципи підбору ферментаційного обладнання *(Обґрунтування вибору способу культивування. Основні фактори, що мають вплив на вибір ферментаційного обладнання. Технологічні особливості процесів аеробної ферментації. Тепловий ефект процесу ферментації. Піноутворення та піногасіння у ферментерах)*.

Тема 5. Розрахунок та вибір ферментерів для глибинного культивування. Типові конструкції ферментерів *(Ферментери (біореактори) з підведенням енергії до газової фази. Ферментери (біореактори) з підведенням енергії до рідинної фази. Ферментери (біореактори) з комбінованим підведенням енергії. Техніко-економічні характеристики та вибір промислових ферментерів. Методи розрахунку об'єму ферментера. Використання математичних моделей для розрахунку об'єму ферментера. Типові конструкції ферментерів)*.

Тема 6. Основи асептики біотехнологічних виробництв *(Санітарна підготовка виробництва. Основні способи забезпечення асептичних умов мікробіологічних процесів. Техніко-економічний підхід до вибору режимів стерилізації)*.

Тема 7. Основні етапи виробництва продуктів мікробного синтезу. Передферментаційні процеси *(Приготування та стерилізація поживних середовищ. Устаткування та апаратура для приготування та стерилізації рідких поживних середовищ при глибинному культивуванні. Одержання посівного матеріалу. Виробнича ферментація (біосинтез))*.

Тема 8. Виділення, очищення, концентрування продуктів міробного синтезу. Принципи вибору методів *(Методи отримання товарної форми продуктів біотехнологічного синтезу. Методи дезінтеграції (гомогенізації) біомаси клітин. Методи відокремлення біомаси: фільтрування, центрифугування сепарування мікробних суспензій. Методи концентрування та очищення супернатантів: екстракція, осадження, випарювання, баромембранні методи розділення розчинів БАР. Методи отримання сухих БАР: класифікація сушарок, конструктивні особливості типового обладнання)*.

Тема 9. Нормативна база проєктування будівництва. Основні принципи компонування біотехнологічного обладнання у будівлях *(Зміст ДБН А.2.2-3-2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво». Зміст ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013 «Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва». Основні принципи компонування обладнання у будівлях)*.

**Структура (тематичний план) навчальної дисципліни**

| Назва теми | Кількість годин | | | |
|---|---|---|---|---|
| | денна форма *(162ББ_бд_2022)* | | | |
| | усього | у тому числі | | |
| | | л. | пр. | с.р. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Тема 1. Загальні принципи проектування біотехнологічних виробництв | 6 | 2 | - | 4 |
| Тема 2. Класифікація біотехнологічних виробництв. Структура біотехнологічного виробництва | 6 | - | - | 6 |
| Тема 3. Вибір біологічного агента та поживного середовища для його культивування | 12 | 2 | 2 | 8 |
| Тема 4. Способи культивування мікроорганізмів. Принципи підбору обладнання | 12 | 2 | 2 | 8 |
| Тема 5. Розрахунок та вибір ферментерів для глибинного культивування. Типові конструкції ферментерів | 12 | 2 | 2 | 8 |
| Тема 6. Основи асептики біотехнологічних виробництв | 12 | 2 | 2 | 8 |
| Тема 7. Основні етапи виробництва продуктів мікробного синтезу. Передферментаційні процеси | 12 | 2 | 2 | 8 |
| Тема 8. Виділення, очищення, концентрування продуктів мікробного синтезу. Принципи вибору методів | 8 | 2 | 2 | 4 |
| Тема 9. Нормативна база проектування будівництва. Основні принципи компонування біотехнологічного обладнання у будівлях | 10 | 2 | 2 | 6 |
| **Усього годин** | **90** | **16** | **14** | **60** |

## 8. Теми практичних занять

| Назва теми | Кількість годин |
|---|---|
| | денна форма *(162ББ_бд_2022)* |
| Тема 3. Визначення властивостей готового продукту біотехнологічного виробництва | 2 |
| Тема 4. Визначення властивостей біологічного об’єкту біотехнологічного виробництва | 2 |
| Тема 5. Розрахунок потужності проектованого біотехнологічного виробництва | 2 |
| Тема 6. Обґрунтування технології біотехнологічного виробництва | 2 |
| Тема 7. Розробка блок-схеми біотехнологічного виробництва | 2 |
| Тема 8. Розрахунок і підбір схеми транспортування сировини, проміжних і готових продуктів біотехнологічного виробництва | 2 |
| Тема 9. Розрахунок і компонування площі будівель біотехнологічного виробництва | 2 |
| **Разом** | **14** |

## 9. Теми самостійної роботи

| Назва теми | Кількість годин |
|---|---|
| | денна форма *(162ББ_бд_2022)* |
| Тема 1. Загальні принципи проектування біотехнологічних виробництв | 6 |
| Тема 2. Класифікація біотехнологічних виробництв. Структура біотехнологічного виробництва | 9 |
| Тема 3. Вибір біологічного агента та поживного середовища для його культивування | 6 |
| Тема 4. Способи культивування мікроорганізмів. Принципи підбору обладнання | 6 |
| Тема 5. Розрахунок та вибір ферментерів для глибинного культивування. Типові конструкції ферментерів | 6 |
| Тема 6. Основи асептики біотехнологічних виробництв | 6 |
| Тема 7. Основні етапи виробництва продуктів мікробного синтезу. Передферментаційні процеси | 6 |
| Тема 8. Виділення, очищення, концентрування продуктів мікробного синтезу. Принципи вибору методів | 6 |
| Тема 9. Нормативна база проектування будівництва. Основні принципи компонування біотехнологічного обладнання у будівлях | 9 |
| **Разом** | **60** |

## 10. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання не передбачені.

## 11. Оцінювання результатів навчання

| Програмні результати навчання/ Результати навчання | Форми контролю програмних результатів навчання /результатів 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 | ***Поточний контроль:***<br>- опитування;<br>- виконання вправ на практичних заняттях;<br>- розв'язування тестів самостійної роботи.<br>***Семестровий контроль:*** екзамен. |
| ПР13. Вміти здійснювати техніко-економічне обґрунтування виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення (визначення потреби у | ***Поточний контроль:***<br>- опитування;<br>- виконання вправ на практичних заняттях; |

| | |
|---|---|
| цільовому продукті і розрахунок потужності виробництва) | - розв'язування тестів самостійної роботи.<br>***Семестровий контроль:*** екзамен. |
| 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 | ***Поточний контроль:***<br>- опитування;<br>- виконання вправ на практичних заняттях;<br>- розв'язування тестів самостійної роботи.<br>***Семестровий контроль:*** екзамен. |
| ПР16.Базуючись на знаннях, одержаних під час практики на підприємствах та установах, вміти здійснювати продуктовий розрахунок і розрахунок технологічного обладнання | ***Поточний контроль:***<br>- опитування;<br>- виконання вправ на практичних заняттях;<br>- розв'язування тестів самостійної роботи.<br>***Семестровий контроль:*** екзамен. |
| ПР18. Вміти здійснювати обґрунтування та вибір відповідного технологічного обладнання і графічно зображувати технологічний процес відповідно до вимог нормативних документів з використанням знань, одержаних під час практичної підготовки | ***Поточний контроль:***<br>- опитування;<br>- виконання вправ на практичних заняттях;<br>- розв'язування тестів самостійної роботи.<br>***Семестровий контроль:*** екзамен. |
| ПР19. Вміти використовувати системи автоматизованого проектування для розробки технологічної та апаратурної схеми біотехнологічних виробництв | ***Поточний контроль:***<br>- опитування;<br>- виконання вправ на практичних заняттях;<br>- розв'язування тестів самостійної роботи.<br>***Семестровий контроль:*** екзамен. |
| ПР 21. Вміти формулювати завдання для розробки систем автоматизації виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення | ***Поточний контроль:***<br>- опитування;<br>- виконання вправ на практичних заняттях;<br>- розв'язування тестів самостійної роботи.<br>***Семестровий контроль:*** екзамен. |

Критерієм успішного навчання є досягнення здобувачем вищої освіти мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом навчання. Одним із обов'язкових елементів освітнього процесу є систематичний поточний контроль оволодіння компетентностями та підсумкова оцінка рівня досягнення програмних результатів навчання.

Форма семестрового контролю знань здобувачів вищої освіти згідно з робочим та навчальним планом є: екзамен.

## Схема нарахування балів з навчальної дисципліни

| Назва теми / | Форми контролю результатів навчання здобувачів вищої освіти | **Разом** |
|---|---|---|

| Форма семестрового контролю | Опитування | Виконання лабораторних робіт та їх захист | Розв'язування тестів самостійної роботи | Екзамен | |
|---|---|---|---|---|---|
| Тема 1. Загальні принципи проектування біотехнологічних виробництв | 3 | - | 3 | - | 6 |
| Тема 2. Класифікація біотехнологічних виробництв. Структура біотехнологічного виробництва | - | - | 3 | - | 3 |
| Тема 3. Вибір біологічного агента та поживного середовища для його культивування | 3 | 4 | 3 | - | 10 |
| Тема 4. Способи культивування мікроорганізмів. Принципи підбору обладнання | 3 | 4 | 3 | - | 10 |
| Тема 5. Класифікація ферментерів для глибинного культивування. Типові конструкції ферментерів | 3 | 4 | 3 | - | 10 |
| Тема 6. Основи асептики біотехнологічних виробництв | 3 | 4 | 3 | - | 10 |
| Тема 7. Основні етапи виробництва продуктів мікробного синтезу. Передферментаційні процеси | 3 | 4 | 3 | - | 10 |
| Тема 8. Виділення, очищення, концентрування продуктів мікробного синтезу. Принципи вибору методів | 3 | 4 | 3 | - | 10 |
| Тема 9. Нормативна база проектування будівництва. Основні принципи компонування біотехнологічного обладнання у будівлях | 3 | 4 | 4 | - | 11 |
| **Екзамен** | - | - | - | **20** | **20** |
| **Разом:** | **24** | **28** | **28** | **20** | **100** |

## Шкала та критерії оцінювання опитування

| Кількість балів | Критерії оцінювання |
|---|---|
| 3 (максимальна) | Здобувач вищої освіти знає основні сучасні математичні методи для розв'язання практичних задач; принципи розрахунку потреби у цільовому продукті і потужності виробництва; закономірності механічних, гідромеханічних, тепло- та масообмінних процесів та основні конструкторські особливості; основи продуктового розрахунку і розрахунку технологічного обладнання; номенклатуру технологічного обладнання; принципи розробки технологічної та апаратурної схеми біотехнологічних виробництв; принципи функціонування систем автоматизації виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення, що свідчить про максимальний рівень |

| | |
|---|---|
| | формування компетентностей і досягнення програмних результатів навчання |
| 2 | Здобувач вищої освіти не в повній мірі знає основні сучасні математичні методи для розв'язання практичних задач; принципи розрахунку потреби у цільовому продукті і потужності виробництва; закономірності механічних, гідромеханічних, тепло- та масообмінних процесів та основні конструкторські особливості; основи продуктового розрахунку і розрахунку технологічного обладнання; номенклатуру технологічного обладнання; принципи розробки технологічної та апаратурної схеми біотехнологічних виробництв; принципи функціонування систем автоматизації виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення, що свідчить про задовільний рівень формування компетентностей і досягнення програмних результатів навчання |
| 1 | Здобувач вищої освіти слабо знає основні сучасні математичні методи для розв'язання практичних задач; принципи розрахунку потреби у цільовому продукті і потужності виробництва; закономірності механічних, гідромеханічних, тепло- та масообмінних процесів та основні конструкторські особливості; основи продуктового розрахунку і розрахунку технологічного обладнання; номенклатуру технологічного обладнання; принципи розробки технологічної та апаратурної схеми біотехнологічних виробництв; принципи функціонування систем автоматизації виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення, що свідчить про мінімальний рівень формування компетентностей і досягнення програмних результатів навчання |
| 0 (мінімальна) | Здобувач вищої освіти не володіє теоретичним матеріалом занять або не з'явився на заняття і не відпрацював його, що не дає можливість оцінити формування компетентностей і досягнення програмних результатів |

## Шкала та критерії оцінювання виконання вправ на практичних заняттях

| Кількість балів | Критерії оцінювання |
|---|---|
| 4 (максимальна) | Здобувач вищої освіти вміє застосовувати сучасні математичні методи для розв'язання практичних задач, пов'язаних з дослідженням і проектуванням біотехнологічних процесів; здійснювати техніко-економічне обґрунтування виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення; обирати відповідне устаткування у процесі проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення для забезпечення їх максимальної ефективності; здійснювати продуктовий розрахунок і розрахунок технологічного обладнання; здійснювати обґрунтування та вибір відповідного технологічного обладнання і графічно зображувати технологічний процес відповідно до вимог нормативних документів; використовувати системи автоматизованого проектування для розробки технологічної та апаратурної схеми біотехнологічних виробництв; формулювати завдання для розробки систем автоматизації виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення, що свідчить про |

| | |
|---|---|
| | максимальний рівень формування компетентностей і досягнення програмних результатів навчання |
| 3 | Здобувач вищої освіти не в повній мірі вміє застосовувати сучасні математичні методи для розв'язання практичних задач, пов'язаних з дослідженням і проектуванням біотехнологічних процесів; здійснювати техніко-економічне обґрунтування виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення; обирати відповідне устаткування у процесі проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення для забезпечення їх максимальної ефективності; здійснювати продуктовий розрахунок і розрахунок технологічного обладнання; здійснювати обґрунтування та вибір відповідного технологічного обладнання і графічно зображувати технологічний процес відповідно до вимог нормативних документів; використовувати системи автоматизованого проектування для розробки технологічної та апаратурної схеми біотехнологічних виробництв; формулювати завдання для розробки систем автоматизації виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення, що свідчить про нормальний рівень формування компетентностей і досягнення програмних результатів навчання |
| 2 | Здобувач вищої освіти не точно вміє застосовувати сучасні математичні методи для розв'язання практичних задач, пов'язаних з дослідженням і проектуванням біотехнологічних процесів; здійснювати техніко-економічне обґрунтування виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення; обирати відповідне устаткування у процесі проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення для забезпечення їх максимальної ефективності; здійснювати продуктовий розрахунок і розрахунок технологічного обладнання; здійснювати обґрунтування та вибір відповідного технологічного обладнання і графічно зображувати технологічний процес відповідно до вимог нормативних документів; використовувати системи автоматизованого проектування для розробки технологічної та апаратурної схеми біотехнологічних виробництв; формулювати завдання для розробки систем автоматизації виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення, що свідчить про задовільний рівень формування компетентностей і досягнення програмних результатів навчання |
| 1 | Здобувач вищої освіти слабо вміє застосовувати сучасні математичні методи для розв'язання практичних задач, пов'язаних з дослідженням і проектуванням біотехнологічних процесів; здійснювати техніко-економічне обґрунтування виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення; обирати відповідне устаткування у процесі проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення для забезпечення їх максимальної ефективності; здійснювати продуктовий розрахунок і розрахунок технологічного обладнання; здійснювати обґрунтування та вибір відповідного технологічного обладнання і графічно зображувати технологічний процес відповідно до вимог нормативних документів; використовувати системи автоматизованого проектування для розробки технологічної та апаратурної схеми біотехнологічних виробництв; формулювати завдання для розробки систем автоматизації виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення, що свідчить про |

| | |
|---|---|
| | мінімальний рівень формування компетентностей і досягнення програмних результатів навчання |
| 0 (мінімальна) | Здобувач вищої освіти не володіє матеріалом занять або не з'явився на заняття і не відпрацював його, що не дає можливість оцінити формування компетентностей і досягнення програмних результатів |

## Шкала та критерії оцінювання розв'язування тестів самостійної роботи

Оцінювання самостійної роботи проводиться шляхом тестування наприкінці вивчення теоретичного матеріалу і виконання вправ практичних робіт.

На тестування виноситься 28 тестів, кожний з яких оцінюється в 1 бал за вірну відповідь і в 0 балів за невірну відповідь.

| Кількість балів | Критерії оцінювання |
|---|---|
| 26…28 (максимальна) | Здобувач вищої освіти знає основні сучасні математичні методи для розв'язання практичних задач; принципи розрахунку потреби у цільовому продукті і потужності виробництва; закономірності механічних, гідромеханічних, тепло- та масообмінних процесів та основні конструкторські особливості; основи продуктового розрахунку і розрахунку технологічного обладнання; номенклатуру технологічного обладнання; принципи розробки технологічної та апаратурної схеми біотехнологічних виробництв; принципи функціонування систем автоматизації виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення,, що свідчить про максимальний рівень формування компетентностей і досягнення програмних результатів навчання |
| 21…25 | Здобувач вищої освіти не в повній мірі знає основні сучасні математичні методи для розв'язання практичних задач; принципи розрахунку потреби у цільовому продукті і потужності виробництва; закономірності механічних, гідромеханічних, тепло- та масообмінних процесів та основні конструкторські особливості; основи продуктового розрахунку і розрахунку технологічного обладнання; номенклатуру технологічного обладнання; принципи розробки технологічної та апаратурної схеми біотехнологічних виробництв; принципи функціонування систем автоматизації виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення, що свідчить про нормальний рівень формування компетентностей і досягнення програмних результатів навчання |
| 11…20 | Здобувач вищої освіти не точно знає основні сучасні математичні методи для розв'язання практичних задач; принципи розрахунку потреби у цільовому продукті і потужності виробництва; закономірності механічних, гідромеханічних, тепло- та масообмінних процесів та основні конструкторські особливості; основи продуктового розрахунку і розрахунку технологічного обладнання; номенклатуру технологічного обладнання; принципи розробки технологічної та апаратурної схеми біотехнологічних виробництв; принципи функціонування систем автоматизації виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення, що свідчить про задовільний рівень |

| | |
|---|---|
| | формування компетентностей і досягнення програмних результатів навчання |
| 1…10 | Здобувач вищої освіти слабо знає основні сучасні математичні методи для розв'язання практичних задач; принципи розрахунку потреби у цільовому продукті і потужності виробництва; закономірності механічних, гідромеханічних, тепло- та масообмінних процесів та основні конструкторські особливості; основи продуктового розрахунку і розрахунку технологічного обладнання; номенклатуру технологічного обладнання; принципи розробки технологічної та апаратурної схеми біотехнологічних виробництв; принципи функціонування систем автоматизації виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення, що свідчить про мінімальний рівень формування компетентностей і досягнення програмних результатів навчання |
| 0 (мінімальна) | Здобувач вищої освіти не володіє матеріалом самостійної роботи або не з'явився на тестування самостійної роботи, що не дає можливість оцінити формування компетентностей і досягнення програмних результатів |

## Шкала та критерії оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти (форма семестрового контролю – екзамен)

| Вид завдання | Бали | Критерії оцінювання |
|---|---|---|
| для 1-го теоретич-ного питання | 0 | відсутність відповіді на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти |
| | 1 | початкова відповідь на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти |
| | 2 | часткова відповідь на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти |
| | 3 | часткова відповідь на теоретичне питання, що свідчить про неповне формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти |
| | 4 | неповна відповідь на теоретичне питання, що свідчить про частково неповне формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти |
| | 5 | теоретичне питання розкрито повністю, що свідчить про повне формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти |
| для 2-го теоретич-ного питання | 0 | відсутність відповіді на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти |
| | 1 | початкова відповідь на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти |
| | 2 | часткова відповідь на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти |

| | | |
|---|---|---|
| | 3 | часткова відповідь на теоретичне питання, що свідчить про неповне формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти |
| | 4 | неповна відповідь на теоретичне питання, що свідчить про частково неповне формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти |
| | 5 | теоретичне питання розкрито повністю, що свідчить про повне формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти |
| для 3-го практик-ного завдання | 0 | відсутність розрахунку практичного завдання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти |
| | 2 | здійснена спроба розрахунку практичного завдання, формули для розрахунку практичного завдання наведено невірно, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти |
| | 4 | формули для розрахунку практичного завдання наведено частково невірно, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти |
| | 6 | формули для розрахунку практичного завдання наведено вірно, в розрахунках допущено значні помилки, відповідь невірна, що свідчить про неповне формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти |
| | 8 | формули для розрахунку практичного завдання наведено вірно, в розрахунках допущено незначні помилки, відповідь частково невірна, що свідчить про частково неповне формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти |
| | 10 | розрахунки практичної завдання виконані правильно, сформовані повні висновки, що свідчать про повне формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти |

## 12. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачено під час реалізації навчальної дисципліни

Засоби навчання: комп'ютер і мультимедійний комплект для візуалізації і кращого розуміння здобувачами вищої освіти програмного матеріалу; стенди, схеми і натурні зразки та окремі вузли біотехнологічних виробництв; комп'ютерне середовище для проведення відео конференцій Google Meet, мультимедіапрезентації, дистанційний курс в системі дистанційного навчання Полтавського державного аграрного університету MOODLE у випадку введення дистанційного режиму проведення занять.

Перелік інструментів, обладнання та програмного забезпечення, необхідного для вивчення навчальної дисципліни:

- для проведення лекційних занять – аудиторія № 347, оснащена комп'ютером і мультимедійним комплектом для візуалізації і кращого розуміння здобувачами вищої освіти програмного матеріалу;

- для проведення практичних робіт – спеціалізована лабораторія № 347 оснащена схемами, натурними зразками та окремими вузлами біотехнологічних виробництв, комп'ютерні програми (AutoCAD, табличний процесор Microsoft Excel);

- для проведення занять у дистанційному форматі у випадку введення в університеті дистанційної форми навчання через обмеження – комп'ютерне середовище для проведення відео конференцій Google Meet, мультимедіапрезентації, дистанційний курс в системі дистанційного навчання Полтавського державного аграрного університету MOODLE.

## 13. Політика навчальної дисципліни

- щодо термінів виконання та перескладання:
виконання завдань практичних робіт, тестів з самостійної роботи, які здаються з порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (-30%). Перескладання поточного та підсумкового контролю відбуваються за наявності поважних причин з дозволу директорату;

- щодо академічної доброчесності:
здобувач вищої освіти повинен дотримуватись Кодексу академічної доброчесності та Кодексу про етику викладача та здобувача вищої освіти Полтавського державного аграрного університету. Дотримання академічної доброчесності здобувачами освіти передбачає: самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей); посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права; надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації;

- щодо відвідування занять:
відвідування навчальних занять є обов'язковим для здобувачів вищої освіти. Відмітка про відвідування занять здобувачами здійснюється в журналі обліку аудиторної навчальної роботи викладача. Навчання за індивідуальним планом можливе шляхом виконання індивідуальних завдань за погодженим графіком;

- щодо зарахування результатів неформальної / інформальної освіти:
на здобувачів вищої освіти поширюється право про визнання результатів навчання, набутих у неформальній / інформальній освіті перед опануванням даної освітньої компоненти. Особливості неформального / інформального навчання регламентовані Положенням про порядок визнання результатів навчання, здобутих у неформальній та інформальній освіті, здобувачами вищої освіти Полтавського державного аграрного університету;

- щодо оскарження результатів оцінювання:
оскарження результатів оцінювання здійснюється у відповідності із діючими «Положення про освітню діяльність», «Про організацію освітнього процесу в

Полтавському державному аграрному університеті», «Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти в Полтавському державному аграрному університеті».

## 14. Рекомендовані джерела інформації

### Основні


1. Карлаш Ю.В., Красінько В.О. Основи проєктування біотехнологічних виробництв [Електронний ресурс] : Навч. посібник. К. : НУХТ, 2022. 373 с..
2. Конспект лекцій з курсу «Основи проектування біотехнологічних виробництв» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» / Укладач: А. П. Бєлінська. Харків : НТУ «ХПІ», 2024. 63с.
3. Конспект лекцій з дисципліни «Основи проектування». Для здобувачів вищої освіти бакалаврського рівня зіспеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія». Укладач: В. М. Гуляєв. Кам'янське : ДДТУ, 2019. 44с.
4. Основи проєктування біотехнологічних виробництв : Дистанційний курс для вивчення дисципліни / В. Скрипник. Полтава : ПДАА, 2023. https://moodle.pdau.edu.ua/course/view.php?id=10917.


### Допоміжні


5. Методичні вказівки до практичних робіт з курсу «Основи проектування біотехнологічних виробництв»: для студентів ден. та заочн. форм навчання спец. 162 "Біотехнології та біоінженерія" / уклад.: А. П. Бєлінська; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". Харків, 2022. 44 с.
6. Coffman, J., Brower, M., Connell-Crowley, L., Deldari, S., Farid, S. S., Horowski, B., Shultz, J. A common framework for integrated and continuous biomanufacturing. Biotechnology and Bioengineering, – 2021. 118(4), – 1735–1749. doi:10.1002/bit.27690.
7. Kostov, G., Iliev, V., Goranov, B., Denkova, R., Shopska, V. Immobilized cell bioreactors in fermented beverage production: design and modeling / Biotechnological progress and beverage consumption. – Science of Beverages. – 2020. – V.19. – p.339-375.
8. Viacheslav O. Skrypnyk, Anatolii O. Semenov, Bogdan H. Ponomarenko, Andrii H. Farisieiev. Mechanism of determining the kinetics of moisture content and temperature in meat during conductive drying. Journal of Chemistry and Technologies. 2024, 32(1), 89-98. https://doi.org/10.15421/jchemtech.v32i1.285130.
9. Skrypnyk V., Semenov A., Bychkov Y., Farisieiev A. Results of determining the influence of moisture content on the flow of substances in meat under the combined action of heat flow and electric current. Slovak International Scientific Journal. 2024, №83, 50–56. https://doi.org/10.5281/zenodo.11188969.
10. Skrypnyk V. The Theoretical Substantiation of Intensification Process Possibilities of Conductive Frying Meat Natural Products. Ukrainian Journal of Food Science. 2015. V.3, I.2. P. 361-367.


### Нормативно-технічні


11. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. Методичні рекомендації щодо виконання санітарно-гігієнічних вимог та проведення

мікробіологічного контролю у виробництві нестерильних лікарських засобів. - Х.: ФОРТ, 2002.

12. ДСТУ ISO 14644-1:2009 . Чисті приміщення та пов’язані з ними контрольовані середовища. Частина 1. Класифікація чистоти повітря (ISO 146441: 1999, IDT);

13. ДСТУ ISO 14644-2:2009. Чисті приміщення та пов'язані з ними контрольовані середовища. Частина 2. Вимоги до контролювання й моніторингу для підтвердження відповідності ДСТУ ISO 14644-1 (ISO 14644-2:2000, IDT);

14. ДСТУ ISO 14644-4:2012 Чисті приміщення і пов'язані з ними контрольовані середовища. Частина 4. Проектування, будівництво та введення в експлуатацію (ISO 14644-4:2001, IDT);

15. ДСТУ EN 1822-1-2001. Національний стандарт України. Високоефективні повітряні фільтри (HEPA і ULPA).

16. ДБН А.2.2-3-2014. Проектування. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва. К. : Укрархбудінформ, 2014. 997с.

**Інформаційні ресурси**

17. Національний центр інформації по біотехнології (NCBI WebSeit) [Електронний ресурс]. Режим доступу : http://www.ncbi.nih.gov.

18. Журнал Biotechnology and Applied Biochemistry [Електроннийресурс]. Режим доступу : http://bab.portlandpress.com.

19. Державне підприємство «Український інститут промислової власності» (Укрпатент) [Електронний ресурс]. Режим доступу : http://www.ukrpatent.org.