



## БІОСТАТИСТИКА ТА БІОМЕТРІЯ

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна інженерія та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>162 «Біотехнології та біоінженерія»</i>
Освітня програма	<i>Біотехнології</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>ECTS 3 (90 годин), в т.ч. лекцій – 18 год., практичних – 36 годин, лабораторних – 0 годин, СРС – 36 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік (письмовий), МКР, РГР</i>
Розклад занять	<i>Лекції: 1 год./тиждень; практичні заняття: 2 год./тиждень згідно розкладу на сайтах <a href="http://roz.kpi.ua">http://roz.kpi.ua</a> та <a href="https://schedule.kpi.ua">https://schedule.kpi.ua</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор, практикуми: к.т.н., доцент, Жукова Вероніка Сергіївна, <a href="mailto:zhukova.veronika@iit.kpi.ua">zhukova.veronika@iit.kpi.ua</a></i>
Розміщення курсу	<i>Код класу ejh5kzt ( Google classroom)</i>

#### Програма навчальної дисципліни

### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Актуальність дисципліни «Біостатистика та біометрія» полягає у можливості планування, проведення та обробки результатів експериментів; встановлення невизначеності вимірювань; оцінки похибок та прогнозування подальших біотехнологічних процесів на основі отриманих даних.

Дана дисципліна повинна ознайомити студента із законами розподілу випадкових величин на основі експериментальних даних, основами регресійно-кореляційного аналізу, чисельними методами оптимізації при обробці експериментальних даних.

**Метою** навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей до:

- навчання і оволодіння сучасними знаннями;
- використання знань з математики та фізики в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми;
- здійснення експериментальних досліджень з вдосконалення біологічних агентів, у тому числі викликати зміни у структурі спадкового апарату та функціональній активності біологічних агентів;
- комплексного аналізу біологічних та біотехнологічних процесів на молекулярному та клітинному рівнях;
- застосування сучасних математичних методів для розв'язання практичних задач, пов'язаних з дослідженням і проектуванням біотехнологічних процесів;
- застосування статистичних методів обробки експериментальних даних у біотехнологічних виробництвах.

### **Основні завдання навчальної дисципліни.**

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни «Біостатистика та біометрія» мають продемонструвати такі результати навчання:

#### **Компетентності:**

**ЗК 5** Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

**ФК 1** Здатність використовувати знання з математики та фізики в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми

**ФК 16** Здатність комплексно аналізувати біологічні та біотехнологічні процеси на молекулярному та клітинному рівнях

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

**ПРН 6** Вміти визначати та аналізувати основні фізико-хімічні властивості органічних сполук, що входять до складу біологічних агентів (білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, ліпіди).

**ПРН 7** Вміти застосовувати знання складу та структури клітин різних біологічних агентів для визначення оптимальних умов культивування та потенціалу використання досліджуваних клітин у біотехнології.

**ПРН 12** Використовуючи мікробіологічні, хімічні, фізичні, фізико-хімічні та біохімічні методи, вміти здійснювати хімічний контроль (визначення концентрації розчинів дезінфікувальних засобів, титрувальних агентів, концентрації компонентів поживного середовища тощо), технологічний контроль (концентрації джерел вуглецю та азоту у культуральній рідині упродовж процесу; концентрації цільового продукту); мікробіологічний контроль (визначення мікробіологічної чистоти поживних середовищ після стерилізації, мікробіологічної чистоти біологічного агента тощо), мікробіологічної чистоти та стерильності біотехнологічних продуктів різного призначення.

**ПРН 24** Вміти аналізувати біотехнологічні процеси на молекулярному та клітинному рівнях

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Дисципліна базується на знаннях, отриманих студентами при вивченні таких дисциплін, як хімія, математика, фізика, інформаційні технології. Знання отримані на основі даного курсу використовуються при обробці даних отриманих в результаті біотехнологічних досліджень.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Тема 1. Загальні відомості про біостатистику та біометрію

Тема 2. Використання законів розподілу випадкових величин для обробки експериментальних даних

Тема 3. Статистичне оцінювання. Основи теорії ймовірності.

Тема 4. Основи кореляційно-регресійного аналізу

Тема 5. Використання чисельних методів оптимізації при обробці експериментальних даних

Тема 6. Перевірка статистичних гіпотез

Тема 7. Методології представлення результату вимірювання як невизначеності вимірювання

Тема 8. Застосування математичного планування експерименту в наукових дослідженнях

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **4.1 Базова**

1. Руденко В.М. Математична статистика. Навч. посіб. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 304 с.
2. Чумак В. Л, Іванов С. В, Максимюк М. Р. Основи наукових досліджень: Підручник. — К.: Вид. Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2009. — 320 с.

3. Біостатистика / за заг. ред. чл.-кор. АМН України, проф. В.Ф. Москаленка. – К. : Книга плюс, 2009. – С. 12-31.
4. Горошко М. П. Біометрія: Навчальний посібник. / Горошко М. П., Миклуш С.І., Хомюк П.Г. — Львів: Камула, 2004. - 236 с
5. Калінін М.І. Біометрія: Підручник для студентів вузів біологічних і екологічних напрямків./ Калінін М.І., Єлісеєв В.В. - Миколаїв: Вид-во МФ НаУКМА, 2000. - 204 с.

#### 4.2. Допоміжна

6. Плющенко В.Л., Шкрабак І.В.,Славенко Е.Л. Наукове дослідження: організація, методологія, інформаційне забезпечення. - Київ: Лібра, 2004. -344с.
7. Чепур С.С. Біометрія: Методичний посібник. – Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла», 2015. – 40 с.

#### 4.3 Інформаційні ресурси

8. <http://prawo.in.ua/1r/vl-01423.html> - методи обробки даних.

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<b>Загальні відомості про біостатистику та біометрію</b> Визначення та основні особливості біостатистики та біометрії. Основні поняття та формулювання. Мета і задачі біостатистики. Поняття про статистичну сукупність. Похибки вимірювань та їх класифікація. Визначення законів розподілу, яким підпорядковуються дані. Поняття про інтегральну та диференціальну функцію розподілу. Нормальний закон розподілу випадкових величин. Література: 2(1 розділ).
2	<b>Визначення законів розподілу випадкових величин на основі експериментальних даних.</b> Використання середовища MS Excel для визначення основних статистичних функцій та параметрів розподілу випадкових величин. Функції пов'язані з основними законами розподілу випадкових величин. Використання законів розподілу випадкових величин для обробки експериментальних даних. Основи седиментаційного аналізу. Література: 2(1 розділ).
3	<b>Статистичне оцінювання. Основи теорії ймовірності.</b> Математична обробка результатів досліджень. Основи дисперсійного аналізу. Перевірка однорідності дисперсії. Довірчий інтервал оцінки вимірюваної величини. Література: 1(1 розділ).
4	<b>Основи кореляційно- регресійного аналізу</b> Загальнотеоретичні основи кореляційно-регресійного методу аналізу. Поняття про кореляційний аналіз. Завдання кореляційного аналізу. Етапи кореляційного аналізу. Поняття про коефіцієнт кореляції. Література: 2 (ст.36-39).
5	<b>Використання чисельних методів оптимізації при обробці експериментальних даних</b> Поняття про оптимізацію. Види оптимізації. Використання методів дихотомії, чисел Фібоначчі та золотого перерізу для пошуку оптимуму функції. Література: 1(2,3,5 розділи).
6	<b>Перевірка статистичних гіпотез</b> Принципи формування статистичних гіпотез. Помилки першого та другого роду. Література: 1(5 розділ), 3(7-8 розділи).
7	<b>Перевірка статистичних гіпотез</b> Застосування параметричних та непараметричних критеріїв у біотехнології. Література: 1(5 розділ), 3(7-8 розділи).

8	<b>Методології представлення результату вимірювання як невизначеності вимірювання.</b> Основні поняття, характеристики невизначеності вимірювань, методи оцінювання. Проблема множинних порівнянь. Література: 1(2 розділ), 7(1-9 розділи).
9	<b>Застосування математичного планування експерименту в наукових дослідженнях</b> Основи планування експерименту. Основні поняття та формулювання. Поверхня відгуку та рівняння регресії. Різноманітні способи вирішення задачі оптимізації. Література: 1(6 розділ), 4(5 розділ).

### Комп'ютерний практикум

При проведенні комп'ютерних практикумів студенти закріплюють лекційний матеріал; розглядають питання, опрацьовані самостійно; поглиблюють та розширюють теоретичні знання; проводять розрахунки під керівництвом викладача.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<b>Статистична обробка експериментальних даних при значних вибірках.</b> Робота з електронними таблицями, підготовка та введення вхідних даних, представлення та аналіз результатів по заданій базі даних, з використанням засобів MS Excel. Література: 1(ст.93).
2	<b>Статистична обробка експериментальних даних при значних вибірках.</b> Побудова гістограм та статистична перевірка гіпотези нормального закону розподілу випадкової величини для різних процесів за допомогою ПК. Література: 1.
3	<b>Статистична обробка експериментальних даних при значних вибірках.</b> Побудова гістограм розподілу випадкової величини для різних процесів за допомогою ПК. Література: 2.
4	<b>Статистична обробка експериментальних даних при значних вибірках.</b> Статистична перевірка гіпотези нормального закону розподілу випадкової величини для різних процесів за допомогою ПК. Література: 2.
5	<b>Статистична обробка експериментальних даних при незначних вибірках</b> Визначення лінії тренду по заданій базі даних з використанням засобів MS Excel. Література: 1 .
6	<b>Статистична обробка експериментальних даних при незначних вибірках</b> Статистичний аналіз результатів по заданій базі даних з використанням засобів MS Excel. Література: 3.
7	<b>Статистична обробка експериментальних даних при незначних вибірках</b> Визначення довірчого інтервалу по заданій базі даних з використанням засобів MS Excel. Література:2
8	<b>Побудова кривих розподілу частинок суспензії за розмірами за даними седиментаційного аналізу</b> Обробка експериментальних даних у біотехнології із метою побудови кривих інтегральної функції розподілу з використанням ПК. Література: 1,2.
9	<b>Побудова кривих розподілу частинок суспензії за розмірами за даними седиментаційного аналізу</b> Обробка експериментальних даних у біотехнології із метою побудови кривих диференціальної функції розподілу з використанням ПК. Література: 1,2.

10	<b>Побудова кривих розподілу частинок суспензії за розмірами за даними седиментаційного аналізу</b> Обробка експериментальних даних у біотехнології та визначення довірчої ймовірності результатів вимірювання. <i>Література: 3.</i>
11	<b>Застосування методу найменших квадратів при обробці калібрувальних залежностей</b> Обробка різноманітних параметрів біотехнологічних об'єктів. <i>Література: 1,3.</i>
12	<b>Застосування методу найменших квадратів при обробці калібрувальних залежностей</b> Визначення за допомогою калібрувальних залежностей невідомих величин з використанням ПК. <i>Література: 2.</i>
13	<b>Застосування методу найменших квадратів при обробці калібрувальних залежностей</b> Завдання одновимірної оптимізації при відомій змінній. <i>Література: 1.</i>
14	<b>Застосування методу золотого перерізу при визначенні коефіцієнта рівняння</b> Метод половинного ділення. <i>Література: 2.</i>
15	<b>Застосування методу золотого перерізу при визначенні коефіцієнта рівняння</b> Послідовність Фібоначчі. <i>Література: 2.</i>
16	<b>Застосування методу золотого перерізу при визначенні коефіцієнта рівняння</b> Знаходження екстремумів унімодальних функцій. <i>Література: 3.</i>
17	Модульна контрольна робота – 2 год
18	Залік – 2 год

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента по дисципліні включає підготовку до аудиторних занять (18 години), модульної контрольної (2 години), підготовка до заліку (6 годин), виконання РГР (10 годин).

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Відвідування занять

Обов'язкове відвідування контрольних робіт, тому що на них проводяться контрольні заходи з оцінок за якими формується рейтингова оцінка.

#### Пропущені контрольні заходи

У разі наявності у студента документа, що виправдовує неможливість своєчасного виконання модульної контрольної роботи, йому надається можливість її написати протягом тижня після його появи на заняттях.

#### Календарний рубіжний контроль

Метою проведення календарного контролю є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами.

#### Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

У випадку виявлення академічної недоброчесності (плагиату в ІСЗ, списування при виконанні МКР або залікової роботи тощо) роботу необхідно переробити, бали при повторному написанні знижуються на 20%.

## Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

## Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

*Поточний контроль: експрес-опитування, модульна контрольна робота*

### Система рейтингових балів занять і рейтингових оцінок по видах контролю

№	Вид контролю	Бал	Кількість занять	Сума балів
1.	Комп'ютерний практикум*			
	- ваговий бал $r_k$	7	5	35
	- допуск	1		
	- обробка результатів і захист	6		
2.	Модульна контрольна робота**	30	1	30
3.	Експрес-опитування на лекціях***	3	8	24
4.	РГР****	11	1	11
	Всього			100

\*Критерії оцінювання якості виконання комп'ютерних практикумів:

Участь у виконанні комп'ютерного практикуму, правильно виконані розрахунки, оформлений протокол та глибокі і змістовні теоретичні знання по темі роботи – 7 балів

Участь у виконанні практикуму, незначні помилки в статистичних підрахунках або недостатньо глибокі теоретичні знання – 4- 6 балів

Робота не зарахована менше 4 балів

\*\* - Якість виконання модульної контрольної роботи:

повна розкрита відповідь на теоретичні питання, помилка в одному тестовому завданні - 25-30 балів;

помилка в кількох тестових завданнях та (або) неповна відповідь в теоретичному завданні - 18-24 балів;

робота не зарахована – менше 18 балів.

\*\*\*Оцінювання експрес-опитування:

Повна змістовна відповідь з прикладами та поясненнями – 3 бали

Правильна, але неповна відповідь – 2 бали

Відповідь з помилками - 1 бал

\*\*\*\*Якість виконання РГР

Завдання виконано у повному обсязі, розрахунки правильні, оформлення звіту відповідає вимогам – 10-11 балів

Помилка в розрахунках одного з завдань, наявні помилки в оформленні звіту -7-9 балів

Робота не зарахована менше 7 балів.

**Календарний контроль:** провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Для отримання «атестовано» за першу поточну семестрову атестацію  $R_c > 23$ , бали (max 45), для другої семестрової атестації  $R_c > 45$ , бали (max 90).

**Умови допуску до семестрового контролю:** необхідною умовою допуску до заліку є зарахування усіх комп'ютерних практикумів, РГР, МКР. Сумарна оцінка не менше 45 балів.

**Семестровий контроль:** залік.

Студенти, які виконали умови допуску до семестрового контролю і набрали більше ніж 60 балів можуть, за бажанням, отримати залікову оцінку відповідно до нижченаведеної шкали відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою. Студенти, які виконали умови допуску, набрали 45-59 балів, та студенти, які набрали більше 60 балів та бажають поліпшити свій рейтинг, виконують залікову контрольну роботу на 100 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Залікова робота виконується у письмовій формі та передбачає відповіді на 5 запитань білета. Кожне питання оцінюється у 20 балів.

**Критерії оцінювання:**

правильні, повні розкриті відповіді на всі запитання – 95-100 балів

помилки в одному запитанні або неповні відповіді в двох запитаннях - 85-94 балів

помилки в двох і більше запитаннях, або неповні відповіді в 4-5 запитаннях - 75-84 балів

помилки в 4-5 запитаннях і неповні відповіді в 4-5 запитаннях - 60-74 бали

робота не зарахована - 0-59 балів

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Приклад завдання для розрахунково-графічної роботи

Мета роботи. Обробка експериментальних даних у біотехнології, перевірка адекватності отриманих даних теоретичним рівнянням та знаходження невідомих коефіцієнтів рівняння методом найменших квадратів.

**Завдання розрахункової роботи.** Визначити значення константи Міхаеліса та максимальну швидкість реакції гідролізу речовини, каталізованої ферментом. Перевірити адекватність рівняння Міхаеліса-Ментен експериментальним даним за критерієм Фішера. Розрахувати значення  $k_m$  та  $V_{max}$ , інтервальні значення  $\Delta V_{max}$  і  $\Delta k_m$ . Розрахунки виконуємо, використовуючи програму MS

Excel. Експериментальні дані про залежність початкової швидкості реакції від концентрації субстрату наведено в таблиці.

Приклад вихідних даних

$C_S$ , моль/л	$v \cdot 10^6$ , моль/(л·с)		
	1	2	3
0,244	4,57	4,878	4,608
0,132	3,83	4,098	3,922
0,112	3,623	3,968	3,731
0,097	3,436	3,788	3,484
0,085	3,31	3,571	3,39
0,071	3,058	3,257	3,125
0,066	2,93	3,175	2,994
0,056	2,762	2,941	2,857
0,047	2,538	2,703	2,604

### Питання на МКР

1. Основні характеристики для опису розподілу випадкових величин
2. Класифікація похибок, методи їх виключення
3. Використання чисел Фібоначчі для знаходження екстремуму функції.
4. Рівняння регресії, коефіцієнт кореляції
5. Метод найменших квадратів
6. Статистичні критерії та помилки у прийнятті статистичних рішень (гіпотез)
7. Закон Гаусса-Лапласа
8. Методи виявлення та виключення грубих похибок у малих вибірках
9. Статистичні гіпотези. Помилки у прийнятті статистичних рішень
10. Критерій Фішера
11. Коефіцієнт кореляції
12. Генеральна сукупність та вибірка, основні показники
13. Стандартна похибка середнього у порівнянні із стандартним відхиленням у визначені довірчого інтервалу
14. Критерій Кохрена
15. Методи виявлення та виключення грубих похибок у значних вибірках
16. Мета і задачі біометрії та біостатистики
17. Методи одновимірної оптимізації
18. Роль центральної граничної теореми, закону великих чисел у біостатистиці
19. Міри мінливості розподілу випадкових величин
20. Зміст довірчого інтервалу
21. Міри середньої тенденції розподілу випадкових величин
22. Поняття випадкова величина, дискретна, неперервна випадкові величини
23. Точкове статистичне оцінювання
24. Особливості інтегральної функції розподілу випадкових величин
25. Від чого залежить значення коефіцієнт Стьюдента, область використання
26. Інтервальне статистичне оцінювання
27. Поняття математичної ймовірності, довірча ймовірність
28. Застосування золотого перерізу для знаходження екстремуму функції

### Питання до заліку



1. Коефіцієнт Стьюдента (як визначається, від чого залежить, приклади використання).
2. Що таке випадкова подія, випадкова величина (типи, приклади).
3. Поняття довірчої ймовірності (навести приклади, для чого застосовується).
4. Генеральна сукупність та вибірка, зв'язок між ними. Основні показники, їх характеристики.
5. Як отримати репрезентативну вибірку, наведіть приклади.
6. Класифікація похибок, шляхи їх усунення та зменшення.
7. Мета, задачі біометрії та біостатистики. Приклади застосування.
8. Стандартна похибка середнього у порівнянні із стандартним відхиленням при визначенні довірчого інтервалу (невизначеності). Приклади застосування.
9. Метод найменших квадратів, область застосування. Приклади застосування
10. Опишіть основні правила формулювання статистичних гіпотез. Наведіть приклад.
11. Наведіть приклади помилок у прийнятті статистичних рішень.
12. Зміст довірчого інтервалу, приклади застосування.
13. Принцип роботи методу золотого перерізу для знаходження екстремуму функції.
14. Закономірності нормального розподілу випадкових величин (закон Гаусса, параметри).
15. Використання дробів Фібоначчі для знаходження екстремуму функції.
16. Методи виявлення та виключення грубих похибок у значних вибірках
17. Метод найменших квадратів для знаходження екстремуму функції
18. Методи виявлення та виключення грубих похибок у малих вибірках
19. Центральна гранична теорема, закон великих чисел. Їх роль у біостатистиці.
20. Завдання кореляційного та регресійного аналізу.
21. Які висновки можна зробити знаючі коефіцієнт кореляції та детермінації. Приклади.
22. Основні характеристики для опису розподілу випадкових величин
23. Критерій Фішера, область застосування.
24. Властивості інтегральної функції розподілу.
25. Властивості диференціальної функції розподілу
26. Опишіть алгоритм дії при встановленні відмінності між середніми значеннями двох вибірок.
27. Точкове оцінювання, приклади
28. Інтервальне оцінювання, приклади
29. Параметричні критерії, приклади
30. Непараметричні критерії, приклади
31. Методи одновимірної оптимізації, приклади
32. Недоліки правила Бонферроні

Типи **задач**. Задача на визначення :

- середнього значення у значних вибірках;
- дисперсії;
- МНК (При вимірюванні розчину отримали наступні значення концентрації  $x$  та оптичної густини  $y$ . Визначити цільову функцію  $F$  при коефіцієнті,  $a=...$  та рівнянні  $y=...$ ;
- надійного інтервалу (При визначенні складу біогазу отриманого при зброджуванні органічних відходів вміст водню становив  $\omega$ . Середнє значення становить  $=...$  Визначити довірчий інтервал значення вмісту водню в біогазі).
- Перевірки статистичних гіпотез (  $H_0 - \mu_1=\mu_2$ ;  $H_1- \mu_1\neq\mu_2$ . Значення  $t_{\phi}= .....$ ,  $p\text{-value}= .....$   
Отже, на рівні значущості  $0,05$  є підстави  $..... H_0$ ).

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** доцент, к.т.н., доцент Жукова Вероніка Сергіївна

**Ухвалено** кафедрою біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології (протокол №14 від 27.05.24).

**Погоджено** Методичною комісією факультету біотехнології і біотехніки (протокол №19 від 28.06.2024)