

**Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича**  
Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів  
Кафедра біохімії та біотехнології

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Директор навчально-наукового  
інституту біології, хімії та біоресурсів  
професор Руслан БЕСПАЛЬКО



“ 9 ” 08 2024 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
**навчальної дисципліни**

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ  
ПРОЦЕСІВ**

обов'язкова

|                                     |                                             |
|-------------------------------------|---------------------------------------------|
| <b>Освітньо-професійна програма</b> | <u>Біотехнології та біоінженерія</u>        |
| <b>Спеціальність</b>                | <u>162 Біотехнології та біоінженерія</u>    |
| <b>Галузь знань</b>                 | <u>16 Хімічна інженерія та біоінженерія</u> |
| <b>Рівень вищої освіти</b>          | <u>другий магістерський</u>                 |
| <b>Назва інституту</b>              | <u>ННІ біології, хімії та біоресурсів</u>   |
| <b>Мова навчання</b>                | <u>українська</u>                           |

**Чернівці 2024 рік**

Робоча програма навчальної дисципліни «**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Біотехнології та біоінженерія», затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (Протокол № 8 від «27» травня 2024 року).

Розробники:

Олексій Худий, професор кафедри біохімії та біотехнології, доктор біол. наук, доцент  
Лідія Худа, доцент кафедри біохімії та біотехнології, канд. біол. наук

Викладач:

Лідія Худа, доцент кафедри біохімії та біотехнології, канд. біол. наук

Затверджено на засіданні кафедри біохімії та біотехнології  
Протокол № 1 від 9 серпня 2024 року

Завідувач кафедри

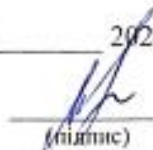
  
(підпис)

Галина КОПИЛЬЧУК  
(прізвище та ініціали)

Схвалено методичною радою навчально-наукового інституту біології, хімії та біоресурсів

Протокол № 1 від "9" серпня 2024 року

Голова методичної ради ННІБХБ

  
(підпис)

Галина МОСКАЛИК  
(прізвище та ініціали)

© О.І. Худий, 2024 рік  
Л.В. Худа, 2024 рік

## 1. Мета навчальної дисципліни

Сучасні біотехнологічні виробництва широко застосовують обчислювальну техніку та різноманітне програмне забезпечення. Навчальна дисципліна «Інформаційні технології, моделювання та аналіз біотехнологічних процесів» спрямована на поглиблення знань у сфері застосування інформаційних технологій у процесі проведення біотехнологічних досліджень, розвиток у здобувачів вищої освіти навичок із використання сучасних цифрових технологій для структурно-функціонального аналізу біомолекул, метаболічної активності, створення прогностичних моделей розвитку біологічних процесів, а також знайомить із сучасними статистичними підходами для інтерпретації результатів експериментальних досліджень в галузі біотехнології.

**Метою** дисципліни є набуття студентами знань про можливості застосування інформаційних технологій, принципи побудови прогностичних математичних моделей біотехнологічних процесів, а також сучасні підходи у проведенні статистичного аналізу результатів біотехнологічних досліджень.

**Пререквізити** «Інформаційні технології, моделювання та аналіз біотехнологічних процесів» спирається на знання, отримані здобувачами вищої освіти при прослуховуванні навчальних дисциплін на бакалавраті «Вища математика», «Обчислювальна математика та програмування», «Біофізика», «Загальна біохімія», «Метаболічна біохімія», «Загальна мікробіологія та вірусологія», «Молекулярна біологія», «Загальна біотехнологія», а також в магістратурі: «Біотехнологія продуктів мікробного синтезу», «Біотехнологія отримання вторинних метаболітів».

## 2. Результати навчання

При засвоєнні дисципліни у студентів формуються наступні загальні та фахові компетентності, а також програмні результати навчання:

### *Загальні компетентності:*

ЗК 2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

### *Фахові компетентності:*

ФК 8. Здатність здійснювати пошук необхідної інформації в науковій і технічній літературі, базах даних та інших джерелах

ФК 9. Здатність відбирати та аналізувати релевантні дані, у тому числі за допомогою сучасних методів аналізу даних і спеціалізованого програмного забезпечення.

ФК 11. Здатність розробляти нові біотехнологічні об'єкти і технології та підвищувати ефективність існуючих технологій на основі експериментальних та/або теоретичних досліджень та/або комп'ютерного моделювання.

ФК 12. Здатність планувати і виконувати експериментальні роботи в галузі біотехнології з використанням сучасних обладнання та методів, інтерпретувати отримані дані на основі сукупності сучасних знань та уявлень про об'єкт і предмет дослідження, робити обґрунтовані висновки.

ФК 15. Здатність застосовувати сучасні методи системного аналізу для дослідження та створення ефективних біотехнологічних процесів.

ФК 16. Здатність застосовувати проблемно-орієнтовані методи аналізу та оптимізації біотехнологічних процесів, управління виробництвом, мати навички практичного впровадження наукових розробок

### *Програмні результати навчання*

ПР 4. Вміти обирати та застосовувати найбільш придатні методи математичного моделювання та оптимізації при розробленні науково-технічних проектів.

ПР 10. Упроваджувати найбільш ефективні біотехнологічні методи та прийоми у практичну виробничу діяльність на основі оцінки ефективності передових біотехнологій та врахування загальних тенденцій розвитку новітніх біотехнологій у провідних країнах.

| Назви змістових модулів<br>і тем | Кількість годин                                                         |              |    |     |     |      |              |              |    |     |     |      |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------|----|-----|-----|------|--------------|--------------|----|-----|-----|------|
|                                  | денна форма                                                             |              |    |     |     |      | заочна форма |              |    |     |     |      |
|                                  | усього                                                                  | у тому числі |    |     |     |      | усього       | у тому числі |    |     |     |      |
|                                  |                                                                         | л            | пр | лаб | інд | с.р. |              | л            | пр | лаб | інд | с.р. |
| 1                                | 2                                                                       | 3            | 4  | 5   | 6   | 7    | 8            | 9            | 10 | 11  | 12  | 13   |
| <b>Теми занять</b>               | <b>Змістовий модуль 1. Основи моделювання біотехнологічних процесів</b> |              |    |     |     |      |              |              |    |     |     |      |

|                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                   |   |    |  |   |    |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|--|---|----|--|--|--|--|--|--|
| Види моделей, їх класифікація. Вимоги до моделей. Застосування математичних моделей в біотехнології.                                                            | 7                                                                                                                                                 | 2 |    |  |   | 5  |  |  |  |  |  |  |
| Біологічні моделі на основі послідовностей чисел, заданих рекурентно. Модель Мальтуса. Приклади застосування в біотехнології.                                   | 7                                                                                                                                                 |   | 2  |  |   | 5  |  |  |  |  |  |  |
| Біологічні моделі, що описуються кривою Ферхюльста. Приклади застосування моделі Лотки-Вольтера                                                                 | 7                                                                                                                                                 |   | 2  |  |   | 5  |  |  |  |  |  |  |
| Моделювання біохімічних процесів. Кінетичні моделі біохімічних реакцій. COPASI - універсальний програмний пакет для моделювання та симуляції біохімічних мереж. | 9                                                                                                                                                 | 2 | 2  |  |   | 5  |  |  |  |  |  |  |
| Стехіометричні математичні моделі. FBA (Flux Balance Analysis )- аналіз метаболічних потоків.                                                                   | 9                                                                                                                                                 | 2 | 2  |  |   | 5  |  |  |  |  |  |  |
| Модель розвитку епідеміологічної ситуації на прикладі епідемії грипу                                                                                            | 7                                                                                                                                                 |   | 2  |  |   | 5  |  |  |  |  |  |  |
| Разом за ЗМ1                                                                                                                                                    | 46                                                                                                                                                | 6 | 10 |  |   | 30 |  |  |  |  |  |  |
| <b>Теми занять</b>                                                                                                                                              | <b>Змістовий модуль 2. Використання програмного забезпечення Statistica MS Excell для статистичної обробки даних експериментальних досліджень</b> |   |    |  |   |    |  |  |  |  |  |  |
| Принципи групування первинних експериментальних даних. Оформлення електронних таблиць                                                                           | 10                                                                                                                                                | 2 |    |  | 2 | 6  |  |  |  |  |  |  |
| Вибір критеріїв достовірності різниці в біологічних дослідженнях.                                                                                               | 12                                                                                                                                                | 2 |    |  | 2 | 8  |  |  |  |  |  |  |

|                                                                                                               |                                                                                    |    |    |  |   |     |  |  |  |  |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----|----|--|---|-----|--|--|--|--|--|--|
| Застосування однофакторного дисперсійного аналізу ANOVA для статистичної інтерпретації результатів досліджень | 12                                                                                 |    | 2  |  |   | 10  |  |  |  |  |  |  |
| Багатовимірний дисперсійний аналіз MANOVA                                                                     | 10                                                                                 |    | 2  |  |   | 8   |  |  |  |  |  |  |
| Застосування регресійного аналізу результатів біотехнологічних досліджень                                     | 10                                                                                 |    | 2  |  |   | 8   |  |  |  |  |  |  |
| Разом за ЗМ 2                                                                                                 | 54                                                                                 | 4  | 6  |  | 4 | 40  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Теми занять</b>                                                                                            | <b>Змістовий модуль 3. Інформаційні технології в біотехнологічних дослідженнях</b> |    |    |  |   |     |  |  |  |  |  |  |
| Основні бази даних біологічної інформації. Банки даних біологічних послідовностей і просторових структур      | 8                                                                                  | 2  |    |  |   | 6   |  |  |  |  |  |  |
| Аналіз нуклеотидних та амінокислотних послідовностей.                                                         | 10                                                                                 |    | 2  |  |   | 8   |  |  |  |  |  |  |
| Аналіз особливості просторової структури біомакромолекул. Методи передбачення структури та функцій білків.    | 12                                                                                 | 2  |    |  | 2 | 8   |  |  |  |  |  |  |
| Інформаційні технології у пошуку і розробці ліків                                                             | 10                                                                                 | 2  |    |  | 2 | 6   |  |  |  |  |  |  |
| Оцінка метаболічної активності біомолекул та аналіз метаболічних шляхів.                                      | 10                                                                                 |    | 2  |  |   | 8   |  |  |  |  |  |  |
| Разом за ЗМ 3                                                                                                 | 50                                                                                 | 6  | 4  |  | 4 | 36  |  |  |  |  |  |  |
| Усього годин                                                                                                  | 150                                                                                | 16 | 20 |  | 8 | 106 |  |  |  |  |  |  |
| <b>Підсумкова форма контролю</b>                                                                              | <i>ісnum</i>                                                                       |    |    |  |   |     |  |  |  |  |  |  |

### 3.3. Тематика семінарських занять

Семінарські заняття навчальним планом не передбачені.

### 3.4. Тематика практичних занять

| № п/п | Тематика занять                                                                                                               | К-ть год. |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.    | Біологічні моделі на основі послідовностей чисел, заданих рекурентно. Модель Мальтуса. Приклади застосування в біотехнології. | 2 год     |
| 2.    | Біологічні моделі, що описуються кривою Ферхюльста. Приклади застосування моделі Лотки-Вольтера                               | 2 год     |
| 3.    | Кінетичні моделі біохімічних реакцій. COPASI - універсальний програмний пакет для моделювання та симуляції біохімічних мереж. | 2 год     |
| 4.    | Стехіометричні математичні моделі. FBA (Flux Balance Analysis )-аналіз метаболічних потоків.                                  | 2 год     |
| 5.    | Модель розвитку епідеміологічної ситуації на прикладі епідемії грипу                                                          | 2 год     |
| 6.    | Застосування однофакторного дисперсійного аналізу ANOVA для статистичної інтерпретації результатів досліджень.                | 2 год     |
| 7.    | Багатовимірний дисперсійний аналіз MANOVA                                                                                     | 2 год     |
| 8.    | Застосування регресійного аналізу результатів біотехнологічних досліджень                                                     | 2 год     |
| 9.    | Аналіз нуклеотидних та амінокислотних послідовностей.                                                                         | 2 год     |
| 10.   | Інформаційні технології у пошуку і розробці ліків                                                                             | 2 год     |
| 11.   | Оцінка метаболічної активності біомолекул та аналіз метаболічних шляхів.                                                      | 2 год     |

### 3.5. Тематика лабораторних занять

Лабораторні заняття навчальним планом не передбачені

### 3.6. Індивідуальні завдання, передбачені робочим навчальним планом

| № п/п | Тематика занять                                                                                                                      | К-ть год. |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.    | Групування власних первинних експериментальних даних. Оформлення електронних таблиць експериментальної частини магістерської роботи. | 2 год     |
| 2.    | Вибір критеріїв достовірності різниці на прикладі вибірок власних експериментальних даних студента.                                  | 2 год     |
| 3.    | Виконання практичного завдання щодо аналізу просторової структури заданих біомакромолекул.                                           | 2 год     |
| 4.    | Виконання практичного завдання щодо розробки потенційних лікарських засобів                                                          | 2 год     |

### 3.7. Самостійна робота студента

| № п/п | Тематика самостійної роботи                                                                 |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Імітаційні моделі в біології та особливості їх застосування. Приклади математичних моделей. |
| 2     | Моделювання біоритмів людини. Побудова моделі.                                              |

|    |                                                                                                                                                                                                 |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3  | Фармакокінетичні моделі..                                                                                                                                                                       |
| 4  | Модель бруселятора.                                                                                                                                                                             |
| 5  | Фазові переходи у моделюванні біологічних процесів                                                                                                                                              |
| 6  | Самоорганізація та хаотичні системи в біології. Біохаоси                                                                                                                                        |
| 7  | Приклади стохастичних моделей біологічних процесів.<br>Аналіз метаболічних потоків                                                                                                              |
| 8  | Критерії нормальності розподілу експериментальних даних. Принципи групування даних                                                                                                              |
| 9  | Дисперсія, стандартне відхилення, мода, медіана, квартилі, асиметрія, ексцес.                                                                                                                   |
| 10 | Властивості вибіркового коефіцієнта лінійної кореляції Вибіркове кореляційне відношення.                                                                                                        |
| 11 | Однофакторний дисперсійний аналіз ANOVA для статистичної інтерпретації результатів біохімічних досліджень. Виконання практичних завдань за наперед заданими параметрами та первинними даними.   |
| 12 | Багатовимірний дисперсійний аналіз MANOVA для статистичної інтерпретації результатів біохімічних досліджень. Виконання практичних завдань за наперед заданими параметрами та первинними даними. |
| 13 | Лінії регресії. Рангова кореляція. Коефіцієнти Спірмена і Кендалла.<br>Застосування регресійного аналізу результатів біологічних досліджень                                                     |
| 14 | Пошук параметрів моделі з використанням експериментальних даних                                                                                                                                 |
| 15 | Структурне моделювання та моделювання за гомологією.                                                                                                                                            |
| 16 | Системний підхід та системний аналіз у моделюванні Аналіз структури, функціональних особливостей та стійкості систем                                                                            |
| 17 | Застосування місгоагауs в біохімії та медицині.                                                                                                                                                 |
| 18 | Кількісна протеоміка та її застосування в системній біології.                                                                                                                                   |
| 19 | Форми обліку результатів спостережень.                                                                                                                                                          |
| 20 | Статистичний аналіз власних наукових даних.                                                                                                                                                     |

#### **4. Освітні технології, методи навчання і викладання навчальної дисципліни**

**Форми організації навчання:** лекції, практичні заняття, індивідуальне навчальне заняття, консультація.

**Методи навчання:** словесні (розповідь, пояснення, лекція, лекція-бесіда), наочні (демонстрація, ілюстрація), практичні (робота з комп'ютерними програмами, робота у групах, розв'язок практичних кейсів, навчальна дискусія).

#### **5. Критерії та засоби оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни**

Оцінювання програмних результатів навчання здобувачів освіти здійснюється за шкалою європейської кредитно-трансферної системи (ECTS). Критерієм успішного оцінювання є досягнення здобувачем вищої освіти мінімальних порогових рівнів (балів) за кожним запланованим результатом навчання.

Оцінка знань студентів здійснюється за 100-бальною системою, яка переводиться у національну шкалу («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») та шкалу ЕКТС (A,B, C, D, E, FX, F).



Оцінювання результатів навчання студентів здійснюється за накопичувальною системою, згідно якої на поточний контроль відводиться 60% набраних балів, ще 40% відсотків балів студент може отримати за результатами іспиту.

Максимальна кількість балів за курс – 200. Переведення у 100 бальну шкалу здійснюється з використанням коефіцієнту перерахунку, який дорівнює 2.

Для контролю засвоєних знань проводяться усні та письмові опитування, тестування, розв'язок практичних завдань.

Кількість балів за вказані види роботи, а також при оцінюванні самостійної роботи визначається своєчасністю виконання навчальних завдань; повнотою та якістю їх виконання; самостійністю і оригінальністю виконання.

Поточний контроль включає оцінки за роботу на практичних заняттях, самостійну роботу, модульні контрольні роботи.

Кількість балів за вказані види роботи, а також при оцінюванні самостійної роботи визначається своєчасністю виконання навчальних завдань; повнотою та якістю їх виконання; самостійністю і оригінальністю виконання.

#### ***Критерії оцінювання усної (письмової) відповіді:***

За усну відповідь на занятті студент може максимально отримати 5 балів.

Відповідь чітка, аргументована, з додатковою інформацією. Студент відмінно орієнтується у питанні, висловлює власне бачення проблеми – 5 б.

Відповідь правильна, стосується основних відомих наукових фактів, однак лише репродуктивного характеру – 4 б.

Відповідь загалом правильна, трапляються незначні помилки – 3 б.

Відповідь неповна, трапляються значні помилки – 2 б.

У відповіді наведені поодинокі факти, пояснень яких студент надати не може – 1 б.

Відповідь відсутня – 0 б.

#### ***Критерії оцінювання практичних задач (завдань):***

5 балів – задача розв'язана правильно, наведено детальне пояснення, дані вичерпні відповіді на всі поставлені питання;

4 - балів - завдання розв'язане правильно, дано повні відповіді на всі поставлені питання, але пояснення неповне, присутні окремі незначні помилки

3 -бали – завдання виконане неповністю, не на всі поставлені питання дано правильні відповіді, пояснення ходу вирішення фрагментарне, присутні суттєві помилки;

2 бали – завдання виконане частково, пояснення ходу вирішення фрагментарне, присутні суттєві помилки;

1 бал – завдання практично не виконане, відсутні пояснення;

0 балів – відповідь відсутня взагалі.

#### ***Критерії оцінювання тестування:***

На поточному комп'ютерному тестуванні студент отримує по 10 різнорівневих завдань (з однією правильною відповіддю, з кількома правильними відповідями. завдання на відповідність, тощо). Максимальну кількість балів за кожне завдання (0,5) студент отримує в разі, якщо всі вказані відповіді правильні.

#### ***Критерії оцінювання самостійної роботи***

За результатами виконання самостійної роботи в межах кожної теми 1-го модуля здійснюється усне опитування або тестування відповідно до вищезазначених критеріїв

оцінювання. В темах 9 та 120 при оцінюванні самостійної роботи передбачено виконання практичних завдань за наперед заданими параметрами та первинними даними. ( по 5 балів).

***Критерії оцінювання проміжних модульних контрольних завдань:***

В кінці 1-го модуля студент отримує контрольне індивідуальне завдання з двох задач. Кожне завдання оцінюється в 5 балів відповідно до критеріїв оцінювання практичних завдань (максимум – 10 балів).

В кінці 2-го модуля студент отримує контрольне індивідуальне завдання з трьох пунктів. Кожне завдання оцінюється в 5 балів відповідно до критеріїв оцінювання практичних завдань (максимум – 15 балів).

В кінці 3-го модуля студент отримує контрольне індивідуальне завдання з трьох пунктів. Кожне завдання оцінюється в 5 балів відповідно до критеріїв оцінювання практичних завдань (максимум – 15 балів).

На **підсумковому тестуванні** студент вирішує 40 тестових завдань ( по 2 бали за кожне правильно виконане завдання).

**Перелік запитань для самооцінювання та контролю навчальних досягнень**

1. Які Види моделей в біології Вам відомі? Опишіть основні вимоги до моделей.
2. В чому полягає різниця між математичним та фізичним моделюванням?
3. В чому переваги та недоліки аналітичних та експериментальних методів дослідження?
4. Як класифікуються моделі за детермінованістю та стохастичністю?
5. Опишіть принципи застосування математичних моделей в біології та біохімії.
6. Як формується рекурентна послідовність? Які біологічні моделі на основі послідовностей чисел, заданих рекурентно, Вам відомі?
7. Опишіть принципи моделі експоненційного росту Мальтуса та приклади її застосування
8. Які фактори можуть обмежувати застосування моделі Мальтуса у біологічних дослідженнях?
9. Опишіть приклади застосування моделей, що описуються кривою Ферхюльста.
10. Опишіть рівняння, що описує моделі необмеженого росту клітинних популяцій.
11. Опишіть основні принципи моделей обмеженого росту та їх застосування в біології.
12. Модель обмеженого росту з вилученням. .
13. Охарактеризуйте основні засади моделі Лотки-Вольтера. Приклади застосування моделі Лотки-Вольтера
14. Імітаційні моделі в біології та особливості їх застосування
15. Які константи використовуються в чисельній моделі біоритмів людини?
16. Опишіть основні принципи побудови фармакокінетичних моделей.
17. Які вимоги ставляться до моделювання біохімічних процесів в клітині?
18. Брюселятор та його застосування
19. Як враховуються фазові переходи у моделюванні біологічних процесів?
20. Моделі самоорганізації та хаотичних системи в біології. Біохаоси
21. Основні засади створення кінетичних моделей біохімічних реакцій. Кінетичні параметри ензиматичних реакцій.

22. Які можливості надає програмний пакет COPASI?
23. Як у COPASI здійснюється симуляція біохімічних процесів?
24. Які параметри враховуються при моделюванні біохімічних мереж?
25. В чому суть стехіометричних математичних моделей?
26. Наведіть приклади стохастичних моделей біологічних процесів
27. Опишіть основні принципи потокового аналізу FBA (Flux Balance Analysis ) для аналізу метаболічних потоків.
28. Як визначається оптимальний розподіл потоків у метаболічній мережі?
29. Які основні моделі використовуються для прогнозування розвитку епідемій?
30. Охарактеризуйте можливості математичної моделі розвитку епідеміологічної ситуації на прикладі епідемії грипу
31. Які принципи групування первинних експериментальних даних Вам відомі?
32. Генеральна сукупність та вибірка, зв'язок між ними. Основні показники, їх характеристики.
33. Як отримати репрезентативну вибірку, наведіть приклади.
34. 6. Класифікація похибок, шляхи їх усунення та зменшення.
35. Стандартна похибка середнього у порівнянні із стандартним відхиленням при визначенні довірчого. Приклади застосування.
36. Метод найменших квадратів, приклади застосування
37. Опишіть основні правила формулювання статистичних гіпотез. Наведіть приклад.
38. Критерії достовірності різниці в біологічних дослідженнях.
39. Що таке мода, медіана, асиметрія, ексцес?
40. Поясніть принципи обрахунку стандартного відхилення.
41. Закономірності нормального розподілу випадкових величин (закон Гаусса, параметри).
42. Метод найменших квадратів для знаходження екстремуму функції
43. Опишіть алгоритм дії при встановленні відмінності між середніми значеннями двох вибірок.
44. Назвіть параметричні критерії, приклади
45. Які непараметричні критерії Вам відомі?
46. Перерахуйте обмеження щодо використання t-критерію Ст'юдента
47. Опишіть можливості застосування критерію Фішера.
48. Можливості застосування критерію Пірсона.
49. Які критерії використовуються для оцінки достовірності у вибірках, розподіл яких відхиляється від нормального?
50. Критерій Вілкоксона та його застосування.
51. В чому полягає принципова різниця між принципом однофакторного дисперсійного аналізу ANOVA для статистичної інтерпретації результатів біологічних досліджень?
52. Коли застосовується багатовимірний дисперсійний аналіз MANOVA
53. Які припущення робляться при використанні дисперсійного аналізу?
54. Опишіть властивості вибіркового коефіцієнта лінійної кореляції. Вибіркове кореляційне відношення
55. Що таке регресійний аналіз і для чого він використовується в біології?
56. Рангова кореляція. Коефіцієнти Спірмена і Кендалла.

## 5.2. Шкала оцінювання: національна та ECTS

Для переведення накопичених студентом балів у національну шкалу та шкалу ECTS використовують запроваджену в Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича систему:

| 100-бальна шкала | Оцінка за національною шкалою |              | Оцінка за шкалою ECTS |                                                                                                         |
|------------------|-------------------------------|--------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  |                               |              | Оцінка                | Пояснення за розширеною шкалою                                                                          |
| 90-100           | Зараховано                    | Відмінно     | A                     | відмінно                                                                                                |
| 80-89            |                               | Добре        | B                     | дуже добре                                                                                              |
| 70-79            |                               |              | C                     | добре                                                                                                   |
| 60-69            |                               | Задовільно   | D                     | задовільно                                                                                              |
| 50-59            |                               |              | E                     | достатньо                                                                                               |
| 35-49            | Незараховано                  | Незадовільно | FX                    | (незадовільно) з можливістю повторного складання                                                        |
| 1-34             |                               |              | F                     | (незадовільно) з обов'язковим самостійним повторним опрацюванням освітнього компонента до перескладання |

## 5.3. Засоби оцінювання

Основними засобами оцінювання є:

- практичні завдання, виконані з використанням відповідного програмного забезпечення ,
- різнорівневі тестові завдання

## 6. Форми поточного та підсумкового контролю

Формами поточного контролю є усна відповідь студента, практичне завдання, виконане з використанням відповідного програмного забезпечення, комп'ютерне тестування.

Формою підсумкового контролю є екзамен у вигляді підсумкового комп'ютерного тестування.

### Зарахування результатів неформальної освіти

Зарахування результатів неформальної освіти проводиться згідно «Положення про взаємодію формальної та неформальної освіти, визнання результатів навчання (здобутих шляхом неформальної та / або інформальної освіти у системі формальної освіти)» <https://www.chnu.edu.ua/media/3aykf41y/polozhennia-pro-vzaiemodiiu-formalnoi-ta-neformalnoi-osvity.pdf>

### ПОЛІТИКА ЩОДО АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ

Дотримання політики щодо академічної доброчесності учасниками освітнього процесу при вивченні навчальної дисципліни регламентовано такими документами:

- «Етичний кодекс Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича» [https://www.chnu.edu.ua/media/jxdfs0zb/etychnyi-kodeks-chernivets\\_kohonatsionalnoho-universytetu.pdf](https://www.chnu.edu.ua/media/jxdfs0zb/etychnyi-kodeks-chernivets_kohonatsionalnoho-universytetu.pdf) ;

- «Положенням про виявлення та запобігання академічного плагіату у Чернівецькому національному університету імені Юрія Федьковича» [https://www.chnu.edu.ua/media/n5nbzwgb/polozhennia-chnu-pro-plahi\\_at-2023plusdodatky-31102023.pdf](https://www.chnu.edu.ua/media/n5nbzwgb/polozhennia-chnu-pro-plahi_at-2023plusdodatky-31102023.pdf) .

## 7. Рекомендована література

### Основна

1. Прилуцький Ю.І., Костерін С.О. Комп'ютерне моделювання в біології: підручник. Київ: Наукова думка, 2024. 196 с.
2. Прилуцький Ю.І., Ільченко О.В., Цимбалюк О.В., Костерін С.О. Статистичні методи в біології: підручник. Київ: Наукова думка, 2017. 206 с.
3. Комп'ютерна статистика: підручник / Р. Є. Майборода. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2019. – 589 с.
4. Практикум із системної біології. Математичне моделювання метаболічних процесів. Для магістрів спеціальності «Біологія» // укл. О. І. Доценко. – Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2018. – 58 с.
5. Комп'ютерне моделювання в біології / Упорядники О.В. Оглобля, М.С. Мірошниченко, С.О. Костерін. – К.: Видавничий центр «Азбука», 2012. – 120 с.
6. Горват А.А., Молнар О.О., Мінкович В.В. Методи обробки експериментальних даних з використанням MS Excel: Навчальний посібник. Ужгород: Видавництво УжНУ "Товерла", 2019. – 160 с.: іл.

### Допоміжна

1. Костерін С.О., Карахім С.О. Біохімічна кінетика. Київ: Наукова думка, 2021. 310 с.
2. Оцінка медичних технологій: від теорії до практики математичного моделювання : навч. посіб. / С. О. Соловйов, Н. А. Білоусова, В. В. Трохимчук. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2024. – 140 с.
3. Швець Е.Я., Кісарін О.О. Комп'ютерне моделювання фізіологічних систем людини. – Запоріжжя, 2009. – 175 с.
4. Малюк В. Г., Борзенков Б. І. Моделювання в біології та медицині. – Харків: Наук.-метод. центр вищ. освіти, 2005. – 212 с.
5. Математичне моделювання та застосування ЕОМ в біотехнології. / Укладач О.І. Литвин - Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2015. - 64 с
6. Конспект лекцій з дисципліни «Математичне моделювання в біології та медицині» для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 163 – Біомедична інженерія / Уклад. Д. Х. Штофель. – Вінниця : ВНТУ, 2020. 55 с.
7. Марценюк В.П., Цяпа Н.В., Кучвара О.М, Андрущак І.Є. Компаративні моделі розвитку епідемій грипу з урахуванням доепідемічної вакцинації та противірусного лікування. Медична інформатика та інженерія, № 3, 2010. С. 54-57.
8. Computational Modeling of Biochemical Networks Using COPASI / P. Mendes, S. Hoops, S. Sahle, R. Gauges, J. Dada, U. Kummer. // Methods in Molecular Biology, Systems Biology. — 2009 - Vol. 500. — 2. — P. 17—59.
9. Stanford N. J. Kinetic modelling of metabolic pathways. / N. J. Stanford, K. Smallbone. // The Bioinformatics Knowledgeblog. <http://bioinformatics.knowledgeblog.org/2011/06/21/kinetic-modelling-of-metabolic-pathways/>
10. Kauffman K. J. Advances in flux balance analysis / K. J. Kauffman, P. Prakash, J. S. Edwards // Curr. Opin. Biotechnol. — 2003. — 14. — P. 491—496.
11. Use of CellNetAnalyzer in biotechnology and metabolic engineering / A. von Kamp, S. Thiele, O. Hädicke, S. Klamt // Journal of Biotechnology. — 2017. — V. 261, 10. — P. 221—228.

## 8. Інформаційні ресурси

1. <https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=7508>
2. <https://copasi.org/> - COPASI: Biochemical System Simulator
3. Expasy Swiss Bioinformatics Resource Portal (<http://us.expasy.org/>)
5. European Bioinformatics Institute (<http://www.ebi.ac.uk/>)
6. CATH (<http://www.biochem.ucl.ac.uk/bsm/cath/>)
7. PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi>)
8. Metabolic Pathways of Biochemistry at George Washington University (<http://www.gwu.edu/~mpb/>)
9. Chemistry Biology Information Center at ETH Zurich ([http://www.infochembio.ethz.ch/links/en/biochem\\_metabolismus.html](http://www.infochembio.ethz.ch/links/en/biochem_metabolismus.html))
10. Main Metabolic Pathways on the Internet (<http://home.wxs.nl/~pvsanten/mmp/main.htm>)
11. Enzyme Structures Database (<http://www.ebi.ac.uk/thornton-srv/databases/enzymes/>)

Додатково  
Розподіл балів, які отримують студенти  
Коефіцієнт перерахунку 2,0

| Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота) |    |    |    |    |    |                    |    |    |     |     |                    |     |     |     | Кількість балів (іспит) | Сумарна к-ть балів |
|-----------------------------------------------------|----|----|----|----|----|--------------------|----|----|-----|-----|--------------------|-----|-----|-----|-------------------------|--------------------|
| Змістовий модуль 1                                  |    |    |    |    |    | Змістовий модуль 2 |    |    |     |     | Змістовий модуль 3 |     |     |     |                         |                    |
| T1                                                  | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7                 | T8 | T9 | T10 | T11 | T12                | T13 | T14 | T15 | 80                      | 200                |
| 1                                                   | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7                  | 8  | 9  | 0   | 1   | 2                  | 3   | 4   | 5   |                         |                    |
| 5                                                   | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5                  | 5  | 5  | 5   | 5   | 5                  | 5   | 5   | 5   |                         |                    |
| МК1 10 б.                                           |    |    |    |    |    | МК2 15 б.          |    |    |     |     | МК3 15 б.          |     |     |     |                         |                    |
| 40 б.                                               |    |    |    |    |    | 40 б.              |    |    |     |     | 40 б.              |     |     |     |                         |                    |