



## ОБРОБКА ДАНИХ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ В БІОТЕХНОЛОГІЇ

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна інженерія та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>162 «Біотехнології та біоінженерія»</i>
Освітня програма	<i>ОНП Біотехнології</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>ECTS 5 (150 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР/ДКР</i>
Розклад занять	<i>Лекції: 1,4 год./тиждень; практичні заняття: 1,6 год./тиждень згідно розкладу</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лекції, практичні: к.т.н., доцент, Жукова Вероніка Сергіївна, zhukova.veronika@ill.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>Код класу rgwyk4j ( Google classroom)</i>

#### Програма навчальної дисципліни

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

Сучасні біотехнологічні виробництва широко застосовують обчислювальну техніку та різноманітне програмне забезпечення

В науці, дослідження явищ шляхом їх чисельного моделювання на комп'ютерах, є одним із сучасних методів проведення експериментів без значних витрат. Обробка експериментальних даних з наступним моделювання процесу - це інструмент для економії часу та реактивів у подальших дослідженнях. Математична обробка даних у біотехнології дозволяє якісно представити результати проведених експериментів та робити обґрунтовані висновки.

Навчальна дисципліна «Обробка даних та моделювання процесів в біотехнології» 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 створення прогностичних моделей розвитку біологічних процесів, а також знайомить із сучасними статистичними підходами для інтерпретації результатів експериментальних досліджень.

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

- розв'язання практичних задач, пов'язаних з біотехнологічними процесами;
- розуміння принципів сучасних методів обробки даних,
- прогнозування подальших біотехнологічних процесів на основі отриманих даних,
- розуміння принципів роботи з даними у середовищі R.
- отримання практичних навичок при моделюванні процесів у біотехнології.
- оцінювання адекватності і ефективності математичних моделей.

## **Основні результати навчальної дисципліни.**

### **Компетенції :**

- здатність відбирати та аналізувати релевантні дані за допомогою сучасних методів аналізу даних і спеціалізованого програмного забезпечення;
- здатність підвищувати ефективність існуючих біотехнологічних процесів на основі комп'ютерного моделювання;
- здатність інтерпретувати дані отримані під час експериментальних досліджень;
- застосовувати математичне моделювання процесів у біотехнології;
- обрати методи планування експерименту.

### **Програмні результати навчання:**

- вміти обирати та застосовувати найбільш придатні методи математичного моделювання та оптимізації при розробленні науково-технічних проектів;
- здійснювати змістову постановку задач оптимізації в галузі біотехнології та біоінженерії, обирати придатні методи розв'язування таких задач і отримувати їх розв'язки із заданим рівнем точності;
- застосовувати сучасні математичні методи для розв'язання практичних задач, пов'язаних з дослідженням і проектуванням біотехнологічних процесів;
- використовувати відповідне програмне забезпечення для моделювання процесів у біотехнології;
- за результатами моделювання визначати чинники переважного впливу на поведінку біотехнологічних систем.

## **2. Пререквізити дисципліни**

Дисципліна базується на знаннях отриманих студентами при вивченні таких дисциплін, як хімія, математика, фізика, біостатистика та біометрія, методи досліджень в біотехнології.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Методи обробки експериментальних даних**

Тема 1.1. Експеримент як предмет дослідження.

Тема 1.2. Попередня обробка експериментальних даних

Тема 1.3. Використання законів розподілу випадкових величин для обробки експериментальних даних

Тема 1.4. Вибір критеріїв достовірності різниці в біотехнології

Тема 1.5. Застосування регресійного аналізу результатів біотехнологічних дослідженнях

Тема 1.6. Основи планування експерименту

### **Розділ 2. Основи математичного моделювання біотехнологічних процесів**

Тема 2.1. Основи математичного моделювання біотехнологічних процесів

Тема 2.2. Види моделей, їх класифікація. Вимоги до моделей

Тема 2.3. Основні етапи математичного моделювання

Тема 2.4. Моделювання біохімічних процесів

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

### **Базова рекомендована література**

1. Комп'ютерне моделювання в біології / Упорядники О.В. Оглобля, М.С. Мірошніченко, С.О. Костерін. – К.: Видавничий центр «Азбука», 2012. – 120 с.
2. Швець Е.Я., Кісарін О.О. Комп'ютерне моделювання фізіологічних систем людини. – Запоріжжя, 2009. – 175 с.
3. Малюк В. Г., Борзенков Б. І. Моделювання в біології та медицині. – Харків: Наук.-метод. центр вищ. освіти, 2005. – 212 с.
4. Кузьменко Б.В., Лисенко В.П. Моделювання технологічних процесів з біологічними об'єктами. – К.: НАУ, 2002.- 83 с.
5. Комп'ютерна статистика: підручник / Р. Є. Майборода. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2019. – 589 с.
6. Задачин В. М. Моделювання систем : конспект лекцій / В. М. Задачин, І. Г. Конюшенко. –

Харків : Вид. ХНЕУ, 2010. – 268 с.

7. Горват А.А., Молнар О.О., Мінькович В.В. Методи обробки експериментальних даних з використанням MS Excel: Навчальний посібник. Ужгород: Видавництво УжНУ “Говерла”, 2019. – 160с.

#### Допоміжна література

8. Статистична обробка експериментальних даних: Навчальний посібник / О.П. Мельниченко, І.Л. Якименко, Р.Л. Шевченко – Біла Церква, 2006.– 34 с.

9. Мельничук М. Д., Кляченко О. Л., Бородай В. В. Екологія біологічних систем: довідник. Вінниця, 2014. 248 с.

10. Васильєв В. В., Сімак Л. О. Математичне і комп'ютерне моделювання процесів і систем: Апроксимація сигналів із застосуванням системи Mathematica: навч. посіб. Київ, 2007. 127 с.

11. Томашевський О. В. Комп'ютерні технології статистичної обробки даних: навч. посібник для студ. вищ. навч. закл. / О. В. Томашевський, В. П. Рисіков.–Запоріжжя: ЗНТУ, 2006. – 174 с.

12. Gareth James An Introduction to Statistical Learning with Applications in R / Gareth James, Daniela Witten, Trevor Hastie, Robert Tibshirani. – Springer, New York, 2013. – 426 p.

#### Інформаційні ресурси

12. <https://cloud.r-project.org/> - посилання для завантаження середовище R

13. <https://rstudio.com/products/rstudio/download/> - посилання для завантаження оболонки RStudio

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

#### 4. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	<b>Експеримент як предмет дослідження.</b> Поняття експерименту. Класифікація видів експериментальних досліджень Класифікація вимірювань, методів і засобів вимірювань. <i>Література: 1,2</i>
2	<b>Попередня обробка експериментальних даних.</b> Принципи групування первинних експериментальних даних. Оформлення електронних таблиць. <i>Література: 3,4</i>
3	<b>Використання законів розподілу випадкових величин для обробки експериментальних даних.</b> <i>Література: 1,4</i>
4	<b>Вибір критеріїв достовірності різниці в біотехнології.</b> <i>Література: 4,5</i>
5	<b>Застосування регресійного аналізу результатів біотехнологічних дослідженнях</b> Статистичні гіпотези. <i>Література: 5,6</i>
6	<b>Основи планування експерименту</b> Основні поняття теорії ймовірностей, оцінка достовірності. Виникнення та становлення планування експерименту. Основні поняття планування експерименту. Повний факторний експеримент. Дробовий факторний експеримент. <i>Література: 7</i>
7	<b>Основи математичного моделювання біотехнологічних процесів</b> Математична модель фізичного об'єкту. Поняття моделі та моделювання. <i>Література: 6</i>
8	<b>Види моделей, їх класифікація. Вимоги до моделей</b> Аналітичні математичні моделі. Особливості математичних моделей. Математичні моделі кінетики, модель Моно. <i>Література: 6</i>
9	<b>Основні етапи математичного моделювання</b> Способи складання математичних моделей. Емпіричний спосіб складання математичної моделі. <i>Література: 6</i>
10	<b>Системний підхід та системний аналіз у моделюванні</b> Аналіз структури, функціональних особливостей та стійкості систем. <i>Література: 4</i>
11	<b>Методи аналізу моделей біологічних систем</b> Загальні підходи до опису динаміки біологічних процесів. <i>Література: 3</i>
12	<b>Моделювання біохімічних процесів</b> Основні закони біохімічної кінетики та методи моделювання біохімічних реакцій.

	<i>Література: 3</i>
13	<b>Приклади моделювання фізичних та біофізичних явищ</b> Ламінарне обтікання рідини навколо тіла сталої форми, неточкові системи <i>Література: 4</i>

### 5. Практичні заняття

При проведенні практичних занять студенти закріплюють лекційний матеріал; розглядають питання, опрацьовані самостійно; поглиблюють та розширюють теоретичні знання; проводять тематичні дискусії під керівництвом викладача.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Первинна обробка експериментальних даних з використання електронних таблиць MS Excel. <i>Література: 7</i>
2	Визначення статистичних характеристик випадкових величин. Відсів грубих похибок. Методи робастного оцінювання <i>Література: 2</i>
3	Корекція статистичних характеристик. <i>Література: 7</i>
4	Оцінка виду функції розподілу випадкової величини. <i>Література: 6</i>
5	Апроксимація експериментальних даних лінійною парною регресією. <i>Література: 10</i>
6	Перевірка гіпотези. <i>Література: 9</i>
7	Мова статистичного програмування R. Введення. <i>Література: 5</i>
8	Мова статистичного програмування R. Основні функції. <i>Література: 8</i>
9	Мова статистичного програмування R. Внесення даних, первинна обробка. <i>Література: 5</i>
10	Мова статистичного програмування R. Робота з гіпотезами. <i>Література: 5</i>
11	Мова статистичного програмування R. Візуалізація даних. <i>Література: 6</i>
12	Мова статистичного програмування R. Моделювання біохімічних явищ. <i>Література: 11</i>
13	<i>Контрольна робота – 2 год</i>
14	<i>Залік - 2 год</i>

### 6. Самостійна робота

Самостійна робота студента по дисципліні включає підготовку до аудиторних занять (40 години), модульної контрольної (2 години), ДКР (10 годин), підготовка до заліку (6 годин) та самостійне вивчення певних тем, перелік яких наводиться нижче (38 годин).

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Імовірнісне моделювання. Моделювання випадкових процесів. <i>Література: 4</i>	4
2	Мова статистичного програмування R. Одновимірна описова статистика. <i>Література: 10</i>	4
3	Мова статистичного програмування R. Основні ймовірнісні розподіли. <i>Література: 5</i>	5
4	Блоки, що забезпечують побудову моделі типу "СМО з одним пристроєм". Забезпечення пріоритетного обслуговування. <i>Література: 11</i>	4
5	Моделі теорії черг. <i>Література: 2</i>	4
6	Поняття імітаційного моделювання. Моделі систем масового обслуговування. Принципи роботи GPSS World. Елементи логіки роботи інтерпретатора. <i>Література: 9</i>	5
7	Мова статистичного програмування R. Методи графічного аналізу одновимірних даних. <i>Література: 7</i>	4
8	Мова статистичного програмування R. Перевірка статистичних гіпотез. <i>Література: 6</i>	4

9	Мова статистичного програмування R. Регресія. Література: 6	4
---	---	---

## 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

Проміжна атестація студентів (далі – атестація) є календарним рубіжним контролем. Метою проведення атестації 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>.

#### 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, контрольна робота, ДКР.

#### Система рейтингових (вагових) балів занять і рейтингових оцінок по видах контролю

№	Вид контролю	Бал	Кількість	Сума балів
1.	Практичні завдання*	17	2	34
2.	Експрес-опитування**	3	8	24
4.	ДКР ***	14	1	14
5.	МКР****	28	1	28
	Всього			100

\*Оцінювання виконання практичного завдання:

Вірне виконання практичного завдання, правильно виконані розрахунки, оформлений протокол та глибокі і змістовні теоретичні знання по темі завдання – 17 балів

Незначні помилки у практичному завданні в статистичних підрахунках або недостатньо глибокі теоретичні знання за темою завдання – 11- 16 балів

Робота не зарахована менше 10 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 ДКР:

Завдання виконано у повному обсязі, розрахунки правильні, оформлення звіту відповідає вимогам – 14 балів

*Помилка в розрахунках одного з завдань , наявні помилки в оформленні звіту – 9-13 бали*

*Робота не зарахована менше 8 бали.*

*\*\*\*\* - Якість виконання модульної контрольної роботи:*

*повна розкрита відповідь на теоретичні питання, помилка в одному тестовому завданні - 28 балів;*

*помилка в кількох тестових завданнях та (або) неповна відповідь в теоретичному завданні - 17-27 балів;*

*робота не зарахована – менше 16 балів.*

**Календарний контроль:** *проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу. 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 практичних завдань, ДКР, МКР. 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 полішити свій рейтинг, виконують залікову контрольну роботу на 100 балів.*

**Семестровий контроль: залік.**

*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*

*Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:*

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

### **Питання для контрольної роботи**

1. Охарактеризуйте сучасний стан імітаційного моделювання в Україні та за кордоном.
2. Дайте характеристику нових мов та систем моделювання.
3. У яких сферах біотехнології застосовуються імітаційні моделі?
4. Наведіть приклади використання імітаційних моделей у біотехнології.
5. Поняття математичної схеми дозволяє розглядати математику не як метод розрахунку, а як метод мислення.
6. Опишіть поняття математична схема.
7. Що розуміють під терміном математична модель системи.

8. В чому полягає різниця між математичним та фізичним моделюванням?
9. Які відмінності в класичному і системному підходах до фізико-математичного моделювання?
10. Основні етапи фізико-математичного моделювання.
11. В чому переваги та недоліки аналітичних та експериментальних методів дослідження?
12. Назвіть основні масообмінні процеси, які використовуються у харчових технологіях.
13. Якими рівняннями описується: молекулярна дифузія, конвекційна дифузія, конвекційний масообмін на межі фаз?
14. Який критерій подібності використовується для моделювання масообмінних процесів?
15. За яких припущень можна отримати модель динаміки процесу екстракції ?
16. Які фізичні показники можна отримати за результатами обробки ізотерм сорбції десорбції?

### *Питання на залік*

1. Коефіцієнт Стюдента (від чого залежить, область використання, 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. Стандартна похибка середнього у порівнянні із стандартним відхиленням при визначенні довірчого інтервалу (невизначеності). Приклади застосування.
8. Метод найменших квадратів, область застосування. Приклади застосування
9. Опишіть основні правила формулювання статистичних гіпотез. Наведіть приклад.
10. Зміст довірчого інтервалу, приклади застосування.
11. Закономірності нормального розподілу випадкових величин (закон Гаусса, параметри).
12. Метод найменших квадратів для знаходження екстремуму функції
13. Завдання кореляційного та регресійного аналізу.
14. Які висновки можна зробити знаючі коефіцієнт кореляції та детермінації. Приклади.
15. Основні характеристики для опису розподілу випадкових величин
16. Критерій Фішера, область застосування.
17. Опишіть алгоритм дії при встановленні відмінності між середніми значеннями двох вибірок.
18. Параметричні критерії, приклади
19. Непараметричні критерії, приклади
20. Методи одновимірної оптимізації, приклади

### **Задання на ДКР**

Завдання на ДКР: Створити математичну модель явища, процесу у біотехнології (культивування мікроорганізмів, ріст біомаси, ферментації, біокаталізу) на основі зовнішніх вихідних даних у файлі R Markdown, зберегти у файлі з розширенням .rmd

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

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

Ухвалено кафедрою біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології (протокол N 18 від 25.05.23 )

Погоджено Методичною радою факультету (протокол N 11 від 26.06.23 )