



## Опис навчальної дисципліни

Навчальний рік (роки*) викладання дисципліни	Курс	Семестр	Підсумковий контроль				Індивідуальні завдання		Кредитів ECTS	Обсяг роботи студента (години)					
			екзамен	диф.залік	залік	курсова робота	форма	кількість		всього	аудиторні				самостійна робота
											всього аудиторних	лекції	практичні заняття	семінарські заняття	
2024/25	1	1	1					4	120	40	24			16	80

### 1. Мета дисципліни

**Мета вивчення дисципліни:** полягає у наданні фундаментальних знань для розуміння та вивчення методів моделювання біологічних процесів і систем різних ступенів організації для їх подальшого використання у наукових дослідженнях, та використання сучасних обчислювальних програм з метою знаходження основних параметрів та розв'язків побудованих моделей і їхньої візуалізації.

### Вивчення дисципліни забезпечує формування компетентностей за ОП:

ІК.Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми біотехнологій та біоінженерії, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

ЗК1. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

СК3. Здатність відбирати та аналізувати релевантні дані, у тому числі за допомогою сучасних методів аналізу даних і спеціалізованого програмного забезпечення.

СК5. 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.

СК9. Здатність застосовувати сучасні методи системного аналізу для дослідження та створення ефективних біотехнологічних процесів.

### 2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни.

Викладання курсу «Математичне моделювання біологічних систем та процесів» базується на таких обов'язкових дисциплінах як: «Загальна мікробіологія і вірусологія», «Молекулярна біологія», «Інформаційні та комунікаційні технології».

### 3. Результати навчання за дисципліною та їх співвідношення із програмними результатами навчання.

№	Результати навчання за дисципліною	Програмні результати навчання за ОП	Номери тем
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знати мету, основні завдання та галузі застосування методів математичного моделювання у рамках спеціальності;</li> <li>- знати методи синтезу та дослідження моделей;</li> <li>- вміти аналізувати особливості математичного моделювання біосистем різного рівня організації;</li> <li>- вміти застосовувати для опанування сучасні мето-</li> </ul>	<p>ПР4. Вміти обирати та застосовувати найбільш придатні методи математичного моделювання та оптимізації при розробленні науково-технічних проєктів.</p>	1-10

	ди об'єктивного і суб'єктивного математичного моделювання, а також коректного інтерпретування результатів дослідження.		
2	- знати математичну постановку завдання, сформульовану мовою у даній галузі, здійснювати пошук та збір необхідних вихідних даних; - вміти використовувати аналіз складних систем; - вміти проводити самостійне наукове дослідження на основі сучасних теорій і методів аналізу.	ПР13. Формулювати і оцінювати вимоги, обґрунтувати вихідну си- ровину, матеріали та напівпродукти відпо- відно до умов біотехно- логічного виробництва з урахуванням техноло- гічних та інших неви- значеностей.	4-10
3	- знати особливості біологічних об'єктів моделювання та методики експериментальної оцінки їх властивостей; - вміти оцінювати адекватність моделей, достовірність отриманих результатів, пропонувати можливі напрямки використання математичних моделей.	ПР17. Оцінювати, аналізувати та обирати варіанти рішень з уп- равління складними біотехнологічними процесами з урахуван- ням цілей, обмежень, прогнозів та ризиків.	2,3

#### 4. Структура навчальної дисципліни.

№ п/п	Номер і назва теми	Кількість годин				
		лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота
<b>1 семестр</b>						
1	Тема 1. Концепція моделі. Об'єкти, цілі та методи моделювання. Комп'ютерні та математичні моделі. Історія перших моделей у біології. Сучасна класифікація моделей біологічних процесів. Регресійні, імітаційні, якісні моделі. Принципи імітаційного моделювання та приклади моделей.	2				4
2	Тема 2. Оптимізаційні лінійні моделі. Задача лінійного програмування. Методи розв'язання: графічний та симплекс-метод.	4			4	10
3	Тема 3. Статистична обробка результатів біологічного експерименту. Статистичні оцінки розподілу.	2			4	10
4	Тема 4. Регресійні моделі. Лінійна регресія. Визначення коефіцієнтів регресії.	2			2	10
5	Тема 5. Диференціальне рівняння першого порядку. Фазовий простір. Стаціонарний стан. Стійкість стаціонарного стану за Ляпуновим. Лінеаризація системи в околі стаціонарного стану. Аналітичний метод визначення стійкості. Графічний метод визначення стійкості.	2				6
6	Тема 6. Моделі популяцій, що описуються одним диференціальним рівнянням: модель Мальтуса, модель Ферхюльста (логістичне зростання).	2			2	10

7	Тема 7. Система двох звичайних диференціальних рівнянь. Лінеаризація системи в околі стаціонарного стану. Характеристичне рівняння. Стійкість за Ляпуновим. Типи спеціальних точок. Побудова фазових кінетичних портретів.	2			6
8	Тема 8. Моделі, що описуються системами двох автономних диференційних рівнянь. Модель Лотки. Дослідження моделі Вольтерри «хижак-жертва».	4		4	10
9	Тема 10. Математичні моделі розповсюдження епідемій (SIR модель).	4			14
<b>Всього</b>		<b>24</b>		<b>16</b>	<b>80</b>

### Тематика лабораторних занять

№ Теми	Тематика лабораторного заняття	Кількість годин	Рекомендована література (№ з переліку)
2	<b>Лабораторна робота № 1</b> Тема. Оптимізаційні лінійні моделі. Хід роботи: Побудова математичної моделі складання сумішей (раціону) та її реалізація з використанням табличного процесору Excel.	4	3,6
3-4	<b>Лабораторна робота № 2</b> Тема. Статистична обробка результатів біологічного експерименту. Регресійні моделі. Хід роботи: Систематизація результатів спостереження. Графічний вигляд статистичного ряду: полігон відносних частот; гістограма відносних частот; кумулята відносних частот. Визначення середньої арифметичної і біометричних показників ряду розподілу. Помилки репрезентативності для експериментальних даних. Проста лінійна регресія. Визначення коефіцієнтів регресії.	6	2-4
5-8	<b>Лабораторна робота № 3</b> Тема. Моделі популяцій, що описуються одним диференціальним рівнянням: модель Мальтуса, модель Ферхюльста (логістичне зростання). Моделі, що описуються системами двох автономних диференційних рівнянь. Модель Лотки. Дослідження моделі Вольтерри «хижак-жертва». Хід роботи: Побудова та дослідження математичних моделей вільного і обмеженого зростання популяцій (моделі Мальтуса, Ферхюльста). Дослідження моделі. Побудова фазового портрету системи.	6	3,5
<b>Всього годин</b>		<b>16</b>	

## Тематика самостійної роботи

№ Теми	Тема самостійної роботи	Кількість годин	Рекомендована література (№ з переліку)
1-10	Опрацювання лекційного матеріалу. Участь у дискусіях на лекційних заняттях.	10	1-6
2, 3	Ознайомлення з основними поняттями біостатистики. Побудова регресійних моделей.	10	2-4
2, 3	Вивчення можливостей біостатистичних розрахунків, графічних інструментів програми Microsoft Office Excel.	10	1-3
4-7	Ознайомлення з основними поняттями математичного моделювання та класичними моделями у біології, що описуються одним та декількома диференціальними рівняннями.	10	1,3,5
1-8	Підготовка творчих завдань та презентації виконаних проєктів.	30	7-11
1-10	Підготовка відповідей на контрольні питання для самоконтролю та розв'язання типових завдань.	10	1-11
<b>Всього годин</b>		<b>80</b>	

### 5. Схема формування оцінки.

#### 5.1 Шкала відповідності оцінювання:

Відмінно/Excellent	Зараховано/Passed	90-100
Добре/Good		82-89
		75-81
		64-74
Задовільно/Satisfactory		60-63
Незадовільно/Fail	Не зараховано/Fail	0-59

#### 5.2 Форми та організація оцінювання:

##### Поточний контроль:

Форма оцінювання	Строки проведення оцінювання (тижні викладання)	Максимальна кількість балів
<i>Оцінювання виконання лабораторних робіт</i>	6, 10, 15	<i>3 лабораторні роботи, кожна по 10 балів. Всього: 30 балів.</i>
<i>Оцінювання рівня виконання завдань самостійної роботи</i>	8, 14	<i>2 творчих завдання (презентації за обраною проблемною тематикою), кожна по 15 балів. Всього: 30 балів.</i>
<b>Максимальна кількість балів за поточне оцінювання</b>		<b>60</b>

##### Семестровий контроль:

Форма оцінювання	Максимальна кількість балів
<b>Екзамен</b>	<b>40</b>

### 5.3 Критерії оцінювання:

<b>Критерії оцінювання знань здобувачів</b>	
<b><i>Поточний контроль.</i></b>	
<b><i>Виконання та захист лабораторних робіт (10 балів за роботу)</i></b>	
<b>Бали</b>	<b>Критерій</b>
10	Робота виконана та захищена вчасно, без помилок
7-9	Робота виконана та захищена вчасно, допущені окремі неточності
3-6	Робота виконана та незахищена вчасно, допущені суттєві неточності
0-2	Робота виконана невчасно з суттєвими помилками та неточностями, незахищена
<b><i>Оцінювання творчих завдань.</i></b>	
<b><i>(презентації за обраною проблемною тематикою)</i></b>	
<b>Бали</b>	<b>Критерій</b>
15	ставиться здобувачеві вищої освіти, який демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу, достовірний рівень розвитку умінь і навичок, правильне й обґрунтоване формулювання практичних висновків, уміння приймати необхідні рішення в нестандартних ситуаціях, вільне володіння науковими термінами.
10-14	ставиться здобувачеві вищої освіти, який виявляє дещо обмежені знання навчального матеріалу, допускає окремі несуттєві помилки та неточності.
5-9	ставиться здобувачеві вищої освіти, який засвоїв основний навчальний матеріал, володіє необхідними уміннями та навичками для вирішення стандартних завдань, проте, при цьому допускає неточності, суттєві помилки, не виявляє самостійності суджень.
0-4	Завдання не виконано або виконано не якісно.
<b><i>Оцінювання під час семестрового контролю. Екзамен.</i></b>	
<b>Бали</b>	<b>Критерій</b>
40	20 тестових питань по темам лекцій, лабораторних робіт та самостійної роботи. 20 питань по 2 бали=40 балів

### 6. Методи навчання, інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна:

*Методи навчання:*

- методи організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності (пояснення, інструктаж, розповідь, лекція, бесіда, робота з підручником; ілюстрування, демонстрування, самостійне спостереження, розв'язання прикладів, лабораторні роботи);
- методи стимулювання навчальної діяльності (навчальна дискусія, забезпечення успіху в навчанні, пізнавальні ігри, створення ситуації інтересу у процесі викладення, створення ситуації новизни, опора на життєвий досвід студента; стимулювання обов'язку і відповідальності в навчанні);
- методи контролю і самоконтролю у навчанні (усний, письмовий, графічний, програмований, самоконтроль і самооцінка).

Вивчення даної дисципліни формує у здобувачів освіти соціальні навички (softskills): комунікативність (реалізується через: метод роботи в парах та групах, ме-

тод самопрезентації), робота в команді (реалізується через: метод проєктів), лідерські

навички (реалізується через: робота в групах, метод проєктів, метод самопрезентації)

*Інструменти та обладнання:* під час проведення лабораторних занять з дисципліни передбачається використання персональних комп'ютерів класу Intel(R) Pentium CPU G3260 у комп'ютерних аудиторіях факультету, оснащених стандартними математичними пакетами прикладних програм. У разі дистанційного навчання передбачається використання платформ-ми MS Office 365.

*Програмне забезпечення:* комп'ютерні програми для обробки результатів наукових досліджень (Microsoft Office: Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft PowerPoint, MS Office 365).

## 7. Рекомендована література:

### **Основна:**

1. Дичка І.А. Математичне моделювання систем і процесів: комп'ютерний практикум: навч. посіб. / І.А. Дичка, М.В. Онай, Р.А. Гадиняк. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 130 с.
2. Єгорова О.В. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт та контролю знань з дисципліни «Біометрія» для здобувачів освітнього рівня магістр спеціальності 101 «Екологія» усіх форм навчання/ Укладачі: О.В. Єгорова, О.О. Мислюк. Черкаси: ЧДТУ, 2021. 72 с.
3. Козакова Н.Л., Волошко В.Л., Наконечна Т.В. Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи з дисципліни «Математичне моделювання біологічних систем та процесів» Дніпро: електронне видання. 2024. 43 с.: іл.
4. Наконечна Т.В. Загальні та спеціальні розділи вищої математики для самостійної роботи студентів інженерних та природничо-наукових напрямків: навч. посіб. / Т.В. Наконечна, О.В. Нікулін. Дніпро: Біла К.О., 2016. 220 с.
5. Оглобля О.В., Мірошніченко М.С., Костерін С.О. Комп'ютерне моделювання в біології. Київ: Видавничий центр «Азбука», 2012. 120 с.
6. Сікора Я. Б., Щехорський А.Й., Якимчук Б.Л. Методи оптимізації та дослідження операцій: навчальний посібник / Укладачі: Я. Б. Сікора, А.Й. Щехорський, Б.Л. Якимчук. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2019. 148 с.

### **Додаткова:**

7. Іванків К.С., Щербатий М.В. Математичне моделювання біологічних та еколого-економічних процесів. Львів: Видавн. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2005. 154 с.
8. Павленко П.М. Основи математичного моделювання систем і процесів: навч. посіб. Київ: Книжкове вид-во НАУ, 2013. 201 с.
9. Соловйов В. М. Моделювання складних систем: навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни / В. М. Соловйов, О. А. Сердюк, Г. Б. Данильчук. Черкаси: Видавець О. Ю. Вовчок, 2016. 204 с.
10. Metz, J. A., & Diekmann, O. (Eds.). (2014). The dynamics of physiologically structured populations. Springer.
11. Strogatz, S. H. (2015). Nonlinear dynamics and chaos: with applications to physics, biology, chemistry, and engineering. CRC Press.

## 8. Інформаційні ресурси:

1. [http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner\\_material&id=16901](http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner_material&id=16901)
2. Наукова бібліотека ДНУ: <http://library.dnu.dp.ua>
3. Coursera for Campus <https://rc.c4b-integration.com/ukr>