МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
"УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ"

О.Б. Колесник

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ В БІОЛОГІЇ

Методичні рекомендації до лабораторних робіт та самостійної роботи студентів

Ужгород – 2023

Колесник О.Б. Системний аналіз в біології. Методичні рекомендації до лабораторних робіт та самостійної роботи студентів.- Ужгород, 2023.- 32 с.

Для студентів біологічних факультетів вищих навчальних закладів.

Рецензенти:
Кішко К.М., к.б.н., доцент, ДВНЗ "УжНУ"
Тюх Ю.Ю., к.б.н. НПП "Синевир"

Рекомендовано до друку:
науково-методичною комісією (протокол № 5 від 26.06.23) та
Вченою радою біологічного факультету Ужгородського національного університету (протокол № 10 від 27.06.23)

Комп’ютерний набір, дизайн та верстка: О.Б. Колесник

© О.Б. Колесник, 2023
© ДВНЗ "УжНУ", 2023

ВСТУП

Системний аналіз в біології є частиною великої міждисциплінарної галузі знань. Розгляд її знаходиться на стику різноманітних наук: математики, біології, хімії, фізики, наук про землю, економіки та інших наук. Ця галузь наукових знань є дуже багатогранною.

Сучасна наука не можлива без інтеграції багатьох напрямів знань і технологій, що робить важливим вміння аналізувати великі масиви даних. Великий поштовх до широкого впровадження методів системного аналізу в біологію, як і в інші природничі галузі, став бурхливий розвиток обчислювальної техніки. З колись екзотичних і таких, що потребують значних об'ємів обчислювань і тому мало придатних для практики методів аналізу даних, системний аналіз поступово став стандартом у багатьох новітніх галузях біології.

Математична підготовка більшості біологів-бакалаврів не дозволяє глибоко "занурюватися" у математичні принципи, що лежать в основі сучасних підходів аналізу великих масивів даних, але сучасне програмне забезпечення дозволяє застосовувати ці методи на практиці. Тому основна мета цього навчального курсу, допомогти студентам зробити "перші кроки", на довгому і цікавому шляху опанування сучасних методів аналізу в біології, показати можливості їх застосування в сучасній біології та дотичних до неї галузей знань.

ЧАСТИНА 1

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра ботаніки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Декан біологічного факультету
_____ /Гасинець Я.С./
«____» _____2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ В БІОЛОГІЇ

Рівень вищої освіти	**Другий (магістерський)**
Галузь знань	**09 Біологія**
Спеціальність	**091 Біологія та біохімія**
Освітня програма	**Біологія**
Статус дисципліни	**обов'язкова**
Мова навчання	**українська**

Ужгород 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «**Системний аналіз в біології**» для здобувачів вищої освіти галузі знань **09 Біологія** спеціальності **091 Біологія та біохімія** предметної освітньої програми **«Біологія».**

Розробники: Колесник О.Б., доцент, к.б.н., доцент

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри ***Ботаніки***

протокол № __ від «_ __ _» _ _____ ___ 2023_ р.

Завідувач кафедри _____ Фельбаба-Клушина Л.М.

Схвалено науково-методичною комісією __біологічного___ факультету

протокол № ____ від «____» _____ 2023 р.

Голова науково-методичної комісії _____ Гамор А.Ф.

© Колесник О.Б., 2023 р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2023 р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td colspan="2">Розподіл годин за навчальним планом</td></tr>
<tr><td>Денна форма навчання</td><td>Заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів ЄКТС – 3</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Загальна кількість годин – 90</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Кількість модулів –2</td><td colspan="2">Семестр:</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Тижневих годин: 2,0
для денної форми навчання:

аудиторних – 36

самостійної роботи студента – 54</td><td>1</td><td>2</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції:</td></tr>
<tr><td>20</td><td>6</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні (семінарські):</td></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні:</td></tr>
<tr><td>Вид підсумкового контролю: Залік</td><td>16</td><td>4</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Форма підсумкового контролю: усна</td><td colspan="2">Самостійна робота:</td></tr>
<tr><td>54</td><td>80</td></tr>
</table>

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета вивчення навчальної дисципліни **«Системний аналіз в біології»** випливає із цілей освітньої-професійної програми підготовки випускників вищого навчального закладу та визначаються змістом тих системних знань і умінь, котрими повинен оволодіти вчений-біолог, направлена на забезпечення підготовки у галузі аналізу складних систем як основи для вивчення професійно орієнтованих дисциплін та надання теоретичних знань та практичних навичок. Програма спрямована на засвоєння основних принципів та методів системного підходу в біології, особливості моделювання складних об'єктів природи. Дисципліна носить не лише теоретичне, а, насамперед, практичне спрямування на отримання навичок сучасних методів моделювання біологічних систем.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

Загальні компетентності

ЗК−02. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК−06. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

Спеціальні (фахові) компетентності

СК−02. Здатність формулювати задачі моделювання, створювати моделі об'єктів і процесів на прикладі різних рівнів організації живого із використанням математичних методів й інформаційних технологій.

СК−03. Здатність користуватися сучасними інформаційними технологіями та аналізувати інформацію в галузі біології і на межі предметних галузей.

СК−06. Здатність прогнозувати напрямки розвитку сучасної біології на основі загального аналізу розвитку науки і технологій.

СК−09. Здатність застосовувати законодавство про авторське право для потреб практичної діяльності.

СК−10. Здатність використовувати результати наукового пошуку в практичній діяльності.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумови вивчення навчальної дисципліни «**Системний аналіз в біології**» освітньою програмою (ОП) **«Біологія»** не передбачені.

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми **«Біологія»,** вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН)**:**

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Використовувати бібліотеки, інформаційні бази даних, інтернет ресурси для пошуку необхідної інформації.	ПРН-02
Розв'язувати складні задачі в галузі біології, генерувати та оцінювати ідеї.	ПРН-04
Застосовувати під час проведення досліджень знання особливостей розвитку сучасної біологічної науки, основні методологічні принципи наукового дослідження, методологічний і методичний інструментарій проведення наукових досліджень за спеціалізацією.	ПРН-08
Проводити статистичну обробку, аналіз та узагальнення отриманих експериментальних даних із використанням програмних засобів та сучасних інформаційних технологій.	ПРН-11
Використовувати інноваційні підходи для розв'язання складних задач біології за невизначених умов і вимог.	ПРН-12

За результатами вивчення ОК «**Системний аналіз в біології**», здобувач повинен:

знати:

- основні принципи системного підходу в біології, типи біологічних систем, їх характеристики;

- особливості біологічної інформації, види і способи її аналізу;
- принципи побудови моделей біологічних систем, типи моделей, їх особливості;
- основні види математичних моделей, способи їх побудови і дослідження;
- специфіку отримання біологічної інформації з великих масивів даних;

вміти:
- проводити первинне редагування і аналіз біологічних даних;
- проаналізувати досліджувану систему, використовуючи свої знання про типи і особливості систем;
- використовувати відомі моделі біологічних процесів;
- орієнтуватися в математичних моделях біологічних систем;
- складати на основі відповідного математичного апарату прості біологічні моделі;
- володіти основами системного аналізу та методами математичного моделювання в біології.

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є: накопичувальна бально-рейтингова система, що передбачає оцінювання студентів за усі види аудиторної та позааудиторної навчальної діяльності, спрямовані на опанування навчального навантаження з освітньої програми: поточні контроль та оцінювання, поетапний, модульний, підсумковий контроль; залік, презентації, проміжне та підсумкове оцінювання знань відбувається на засадах студентоорієнтованого особистісного підходу з використанням сучасних методик та практик.

Контрольне оцінювання (частково) за любою однією вибраною темою можливе у вигляді проходження курсу на освітній платформі «Prometeus» або аналогічній, що відповідає вибраній темі. За наявності сертифіката про проходження даного курсу здобувач отримує від 6 до 10 балів (залежно від прогресу засвоєння курсу)

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: усне та письмове опитування, тестування знань студентів, виконання реферативних індивідуальних завдань.
Форма модульного контролю: письмова модульна контрольна робота.
Форма підсумкового семестрового контролю: залік

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота					**Модульна контрольна робота**	**Сума**
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	50	**100**
10	10	10	10	10		

Т1 – Історія. Основні визначення системного аналізу.
Т2 – Поняття про біологічні системи.

Т3 – Моделювання - основний метод вивчення біологічних систем.
Т4 – Поняття про динамічні моделі.
Т5 – Оптимізаційні моделі.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота					**Модульна контрольна робота**	**Сума**
Т6	Т7	Т8	Т9	Т10	50	**100**
10	10	10	10	10		

Т6 – Визначення стохастичних моделей та їх характеристика.
Т7 – Моделі теорії катастроф.
Т8 – Поняття про багатовимірні моделі.
Т9 – Поняття про "нейроні мережі" та застосування їх для моделювання в біології і біохімії.
Т10 – Методи управління складними системами. Пам'ять системи.

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	**Модуль 1**	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Лабораторні заняття	4	25
Письмове тестування при тематичному оцінюванні	5	25
Модульна контрольна робота	1	50
Разом		**100**
	Модуль 2	
Лабораторні заняття	4	25
Письмове тестування при тематичному оцінюванні	5	25
Модульна контрольна робота	1	50
Разом		**100**
Разом за рік		$\overline{X}$ (М1 і М2)

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Виконання модульних контрольних робіт передбачає: розв’язування тематичний ситуаційних завдань. Модульна контрольна робота складена у 2 рівноважких варіантах, кожний з яких містить по 5 завдань. За кожне вірно розв’язане завдання здобувач отримує 10 балів. Всього 50 балів за всю контрольну.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 - 100	**A**	відмінно	зараховано
82 - 89	**B**	добре	
74 - 81	**C**		
64 - 73	**D**	задовільно	
60 - 63	**E**		
35 - 59	**FX**	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0 - 34	**F**	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1. БАЗОВІ ПОНЯТТЯ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ З НЕВЕЛИКОЮ КІЛЬКІСТЮ ЗМІННИХ.

Тема1. Історія. Основні визначення системного аналізу.

Системний аналіз як наукова дисципліна. Історія становлення і виникнення системного підходу в біології. Загальне поняття про системний аналіз в біології. Основні етапи системного аналізу: вибір проблеми, постановка задачі та обмеження її складності, встановлення ієрархії мети і задач, вибір шляхів вирішення задач, моделювання, оцінка можливих стратегій, впровадження результатів.

Тема 2. Поняття про біологічні системи.

Біологічні системи та їх класифікація. Системний підхід в живій природі. Характеристика біосистем, їх ознаки. Організація біосистем. Функціонування системи. Основні етапи життєвого шляху системи. Розвиток системи.

Тема 3. Моделювання - основний метод вивчення біологічних систем

Визначення поняття "модель" в біології та біохімії. Класифікація моделей. Поняття про реальні моделі. Ідеальні моделі. Вербальні моделі. Концептуальні моделі та їх застосування в біології. Визначення математичних моделей. Імітаційні моделі та їх застосування в біології.

Тема 4. Поняття про динамічні моделі.

Основні етапи побудови динамічних моделей в біології та біохімії. Правила побудови динамічних моделей. Умовні позначення, що застосовуються при побудові динамічних моделей. Приклади використання динамічних моделей в біології. Переваги та недоліки динамічних моделей. Використання прикладних програм на ПК для побудови динамічних моделей.

Тема 5. Оптимізаційні моделі.

Визначення поняття “оптимізаційна модель”. Переваги та недоліки оптимізаційних моделей та межі їх застосування в біології та біохімії.

Моделі лінійного програмування. Визначення та приклади застосування. Поняття про теоретико-ігрові моделі. Моделі гри двох осіб з нульовою сумою. Застосування теоретико-ігрових моделей в біології та біохімії. Використання прикладних пакетів програм для побудови оптимізаційних моделей.

МОДУЛЬ 2. СТОХАСТИЧНІ ТА БАГАТОВИМІРНІ МОДЕЛІ В СИСТЕМНОМУ АНАЛІЗІ.

Тема 6. Визначення стохастичних моделей та їх характеристика.

Дисперсійні моделі та їх застосування. Регресійні моделі та їх застосування в біометрії. Визначення та властивості марковських моделей першого порядку. Класифікація станів марковських моделей. Переваги та недоліки марковських моделей першого порядку. Приклади застосування марковських моделей. Прикладні програми, що дають можливість побудувати стохастичні моделі.

Тема 7. Моделі теорії катастроф.

Визначення поняття “катастрофа”. Визначення понять: “бімодальність”, “розривність”, “гістерезис” та “дивергенція”. Моделі теорії катастроф, їх принципи та побудова. Процеси і явища в біології та біохімії, які підпадають під моделі теорії катастроф. Переваги та недоліки моделей теорії катастроф. Модель катастрофи типу “складка” та їх застосування в біології і біохімії. Модель катастрофи типу “збірка” та їх застосування в біології та біохімії. Побудова моделей теорії катастроф за допомогою ПК.

Тема 8. Поняття про багатовимірні моделі.

Характеристика, властивості та класифікація багатовимірних моделей. Характеристика описових моделей: модель аналізу головних компонент, кластерний аналіз, модель взаємного осереднення. Основні типи прогностичних моделей: дискримінантний аналіз, канонічні величини, канонічні кореляції. Приклади застосування багатовимірних моделей в біології та біохімії з використанням ПК.

Тема 9. Поняття про "нейроні мережі" та застосування їх для моделювання в біології і біохімії.

Визначення поняття "нейронні мережі". Формальний нейрон. Архітектура нейронних мереж. "Навчання" нейронної мережі. Переваги і недоліки нейронних мереж при використанні їх у вирішені біологічних задач. Приклади застосування нейронних мереж. Програмне і апаратне забезпечення нейронних мереж.

Тема 10. Методи управління складними системами. Пам'ять системи.

Самоподібні структури в біології. Поняття "фрактал". Застосування фрактальної геометрії в системному аналізі. Нові методи управління складними системами. Пам'ять

системи. Теорія універсального (глобального) еволюціонізму і її застосування в системному аналізі. Теорія хаосу та її застосування в системному аналізі.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: **денна**					
	Усього	у тому числі				
		лекції	практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота
1-й семестр						
Модуль 1. БАЗОВІ ПОНЯТТЯ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ З НЕВЕЛИКОЮ КІЛЬКІСТЮ ЗМІННИХ.						
Тема 1. Історія. Основні визначення системного аналізу.	7	2				5
Тема 2. Поняття про біологічні системи.	9	2		2		5
Тема 3. Моделювання - основний метод вивчення біологічних систем.	9	2		2		5
Тема 4. Поняття про динамічні моделі.	9	2		2		5
Тема 5. Оптимізаційні моделі.	9	2		2		5
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль 1	43	10		8		25
Модуль 2. СТОХАСТИЧНІ ТА БАГАТОВИМІРНІ МОДЕЛІ В СИСТЕМНОМУ АНАЛІЗІ.						
Тема 6. Визначення стохастичних моделей та їх характеристика.	9	2		2		5
Тема 7. Моделі теорії катастроф.	9	2		2		5
Тема 8. Поняття про багатовимірні моделі.	9	2		2		5
Тема 9. Поняття про "нейроні мережі" та застосування їх для моделювання в біології і біохімії.	9	2		2		5
Тема 10. Методи управління складними системами. Пам'ять системи.	11	2				9
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль	7	0				9
Разом за семестр	0	0		6		4

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: **заочна**					
	Усього	у тому числі				
		лекції	практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота
1-й семестр						
Модуль 1. БАЗОВІ ПОНЯТТЯ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ З НЕВЕЛИКОЮ КІЛЬКІСТЮ ЗМІННИХ.						
Тема 1. Історія. Основні визначення системного аналізу.	9	1				8
Тема 2. Поняття про біологічні системи.	8					8
Тема 3. Моделювання - основний метод вивчення біологічних систем.	10	1		1		8
Тема 4. Поняття про динамічні моделі.	9	1				8
Тема 5. Оптимізаційні моделі.	9			1		8
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль 1	45	3		2		40
Модуль 2. СТОХАСТИЧНІ ТА БАГАТОВИМІРНІ МОДЕЛІ В СИСТЕМНОМУ АНАЛІЗІ.						
Тема 6. Визначення стохастичних моделей та їх характеристика.	10	1		1		8
Тема 7. Моделі теорії катастроф.	9			1		8
Тема 8. Поняття про багатовимірні моделі.	9	1				8
Тема 9. Поняття про "нейроні мережі" та застосування їх для моделювання в біології і біохімії.	8					8
Тема 10. Методи управління складними системами. Пам'ять системи.	9	1				8
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль	45					40
Разом за семестр	90					80

6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Біологічні системи.	2	
2	Моделювання як основний метод вивчення біологічних систем.	2	1
3	Динамічні моделі.	2	
4	Оптимізаційні моделі.	2	1
5	Стохастичні моделі.	2	1
6	Моделі теорії катастроф.	2	1
7	Багатовимірні моделі.	2	
8	"Нейроні мережі" для моделювання в біології і біохімії.	2	
	Разом	**16**	**4**

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Системний аналіз як наукова дисципліна. Історія становлення і виникнення системного підходу в біології. Загальне поняття про системний аналіз в біології.	5	8
2	Системний підхід в живій природі. Характеристика біосистем, їх ознаки. Організація біосистем.	5	8
3	Визначення поняття "модель" в біології та біохімії. Класифікація моделей. Поняття про реальні моделі. Ідеальні моделі.	5	8
4	Основні етапи побудови динамічних моделей в біології та біохімії. Правила побудови динамічних моделей.	5	8
5	Визначення поняття “оптимізаційна модель”. Переваги та недоліки оптимізаційних моделей та межі їх застосування в біології та біохімії.	5	8
6	Визначення стохастичних моделей та їх характеристика.	5	8
7	Визначення поняття “катастрофа”. Моделі теорії катастроф, їх принципи та побудова.	5	8
8	Характеристика, властивості та класифікація багатовимірних моделей. Характеристика описових моделей. Основні типи прогностичних моделей.	5	8
9	Формальний нейрон. Архітектура нейронних мереж. "Навчання" нейронної мережі.	5	8
10	Теорія універсального (глобального) еволюціонізму і її застосування в системному аналізі. Теорія хаосу та її застосування в системному аналізі.	9	8
	Разом	**54**	**80**

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Апаратне забезпечення:

Мультимедійне обладнання (проектор з екраном).

Мобільні пристрої з підключенням до Internet (ноутбуки).

Комп'ютери, збірні системні блоки з монітором підключенням до мережі Internet.

Програмне забезпечення для організації дистанційного навчання і комп'ютерного тестування:

Windows (різних версій, залежно від наявних ліцензій).

Пакети прикладних програм: Microsoft Office (MS Word, Exel, Access) (різних версій, залежно від наявних ліцензій)

Adobe Reader; Internet Explorer; Google Chrome; Office 365 (безкоштовні програми).

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. An Introduction to Systems Biology: Design Principles of Biological Circuits. Uri Alon, 2006, Chapman & Hall/CRC Mathematical & Computational Biology, 320p.
2. Systems Biology and Bioinformatics. A Computational Approach. Kayvan Najarian, Siamak Najarian, Shahriar Gharibzadeh, Christopher N. Eichelberger1st Edition, 2017.- 192p.
3. Systems Biology: A Textbook, 2nd Edition Edda Klipp, Wolfram Liebermeister, Christoph Wierling, Axel Kowald, 2016.- 504 p.
4. Systems Biology. E.Klipp, W.Liebermeister, C.Wierling, A.Kowald, H.Lehrach, and R.Herwig. 2009. Systems Biology. A Textbook. Wiley-VCH, Weinheim, 592p.

Допоміжна література

1. Allman E.S., Rhodes J.A. Mathematical models in biology an introduction / Cambridge University Press, 2004. - 385 p.
2. Keener J., Sneyd J. 1998 Mathematical Physiology. New York: Springer. - 766 p. 6. Kitano H., Computational Systems Biology. Nature. 420, 206-210, 2002.
3. Murray J.D. 2001 Mathematical Biology. I. An Introduction. / J.D. Murray. - 3-d edition. Springer. - P. 551
4. Аршинова О. І. Системний аналіз: [навч. посібник] / О. І. Аршинова, А. В. Шевченко. – К.: НАУ, 2008. – 128 с.
5. Бурячок В. Л. Системний аналіз та прийняття рішень в інформаційній безпеці: [Підручник] / [В.Л. Бурячок та ін.]. – К.:ДУТ, 2015. – 345 с.
6. Горбань О. М. Основи теорії систем і системного аналізу / О. М. Горбань, В. Є. Бахрушин. – Запоріжжя: ГУ "ЗІДМУ", 2004. – 204 с.
7. Горошко М.П., Миклуш С.І., Хомюк П.Г. Біометрія. - Львів: Камула, 2004.- 233 с.
8. Згуровський М. З. Основи системного аналізу / М. З. Згуровський, Н. Д. Панкратова. – К.: Видавнича група BHV, 2007. – 544 с.
9. Катренко А. В. Системний аналіз об'єктів та процесів комп'ютеризації [посібник] / А. В, Катренко.– Львів: Новий світ, 2003. – 424 с.
10. Катренко А. В. Системний аналіз: [підручник] / А. В. Катренко.– Львів: Новий світ-2000, 2011.– 396 с.

11. Костоглод К. Д. Оптимізаційні методи та моделі / К. Д. Костоглод, А. В. Калініченко, Н. М. Протас, Ю. В. Вакуленко. – Полтава: РВВ ПДАА, 2015. – 160 с.
12. Кузьменко В. І. Вступ до системного аналізу: [навч. посібник]/ В. І. Кузьменко, Б. С. Бусигін. – Дніпропетровськ: НГУ, 2003. – 143 с.
13. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології. - К.: Фітосоціоцентр, 1998.- 132 с.
14. Ніконов О. Я. Основи системного аналізу: [навч. посібник] / [О. Я. Ніконов та ін.]. - Харків: ХНАДУ, 2013. - 160 с.
15. Петрик М., Баб'юк М. Основи математичного моделювання та застосування математичних методів у наукових дослідженнях. - Тернопіль: Підручники і посібники, 1998.
16. Прогнозування і розробка програм: Метод. посібник / За ред. В. Ф. Беседіна. — К.: Наук. світ, 2000. — 468 с.
17. Роїк О. М. Системний аналіз: [навч. посібник] / О. М. Роїк, А. А. Шиян, Л. О. Нікіфорова. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 83 с.
18. Старіш О. Г. Системологія / О. Г. Старіш. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 232 с.
19. Чорней Н. Б. Теорія систем і системний аналіз: [навч. посібник]. / Н. Б. Чорней, Р. К. Чорней. – К.: МАУП, 2005. – 256 с.
20. Шарапов О. Д. Системний аналіз: [Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц.] / О. Д. Шарапов, В. Д. Дербенцев, Д. Є. Семьонов.– К.: КНЕУ, 2003. – 154 с.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. http://stitch.embl .de/
2. http://www.genome.jp/kegg/
3. http://www.ebi.ac.uk/biomodels/
4. https://cellml.org
5. http://stitch.embl.de/
6. http://eggnog.embl.de/
7. http://string-db.org/

ЧАСТИНА 2
ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

Лабораторна робота №1.

Тема: Етапи системного аналізу.

Мета: навчитися застосовувати системний аналіз для вирішення конкретних завдань

Завдання:

Використовуючи матеріал лекційного курсу та додаткових джерел, на матеріалах власної наукової роботи (бакалаврської чи магістерської) продемонструвати застосування принципів системного аналізу.

В ході виконання роботи застосуйте підходи Дж. Джеферсона (1981) і покажіть, які етапи проходить наукове дослідження від вибору проблеми до впровадження результатів.

Всі відповіді мають бути обґрунтовані.

Лабораторна робота №2.

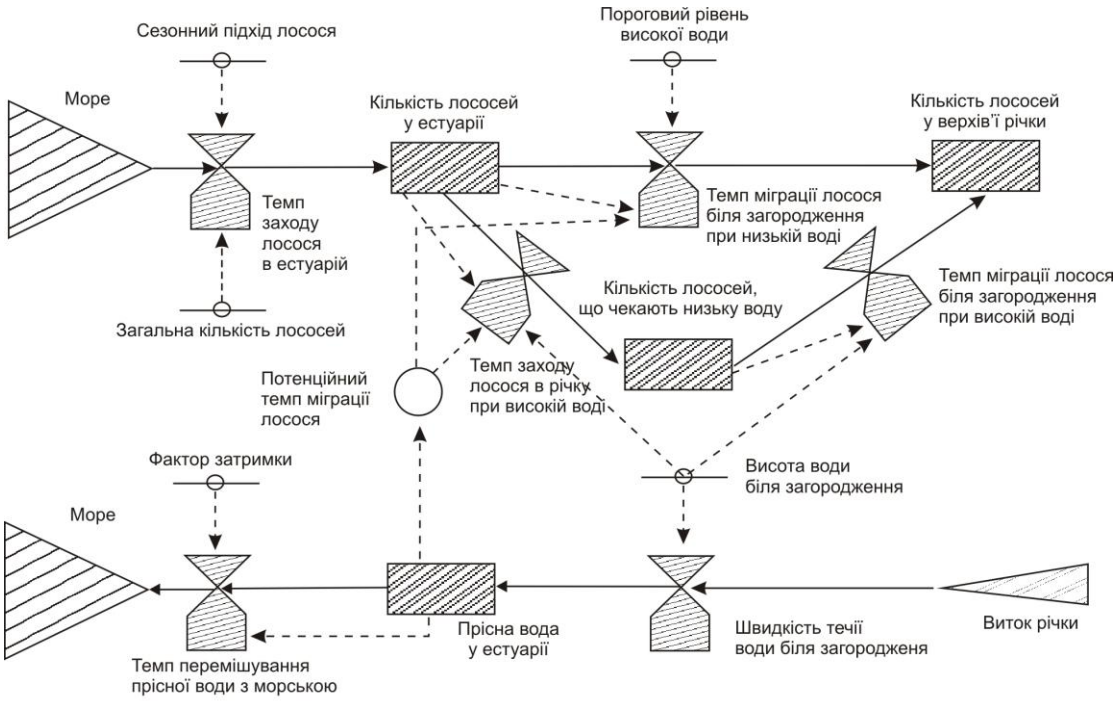
Тема: Динамічні моделі.

Мета: навчитися застосовувати динамічні моделі для вирішення практичних завдань в біології.

Завдання:

Використовуючи матеріал лекційного курсу та додаткових джерел, провести аналіз запропонованої динамічної моделі (див. рисунок).

В ході виконання роботи застосуйте підходи Форрестера (Джеферсон, 1981) до побудови блок-схем динамічних моделей.



Діаграма зв'язку міграції лосося вверх за течією (за Radford P.J., 1972)

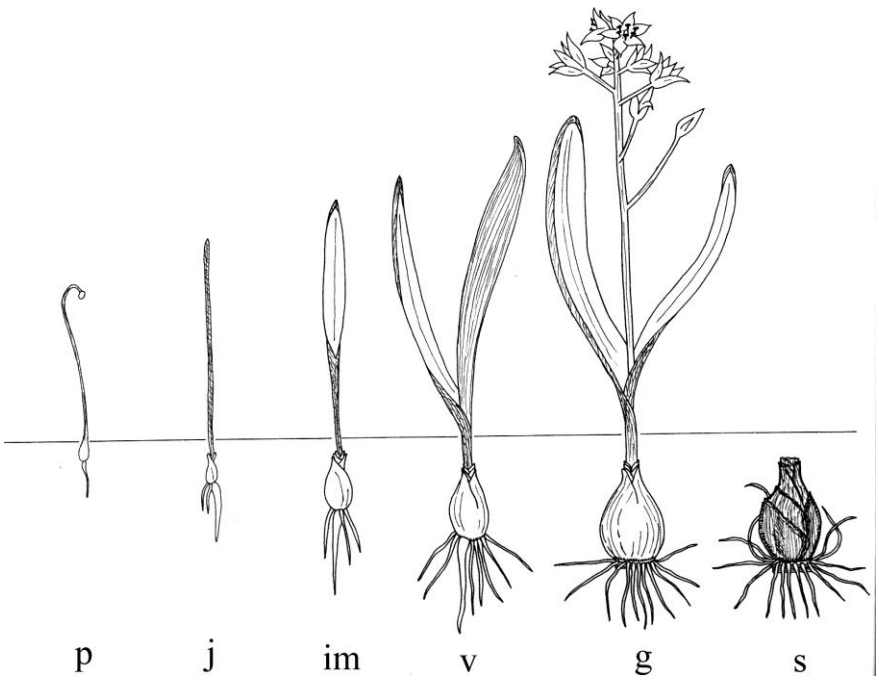
Всі відповіді мають бути обґрунтовані.

Лабораторна робота №3.

Тема: Стохастичні моделі.

Мета: навчитися використовувати Марківські моделі в біології

Завдання:



На рисунку зображена схема великого життєвого циклу (онтогенезу) проліски дволистої. Розгляньте схему і дайте відповідь на наступні питання:

1. В чому полягає специфіка життєвого циклу таких рослин.

2. Які ознаки характеризують життєвий цикл цієї рослини. що дають змогу застосувати марківські моделі 1-го порядку.

3. Запропонуйте марківську модель (марківський ланцюг) який би описував онтогенез цієї рослини.

4. За допомогою яких методів дослідження можна отримати ймовірності переходу запропонованої вами марківської моделі з одного стану в інший.

Всі відповіді мають бути обґрунтовані.

Лабораторна робота №4.

Тема: Оптимізаційні моделі.

Мета: навчитися використовувати оптимізаційні моделі в біології

Завдання: 1. Екологічна експертиза

Умови задачі: Деяка фірма хоче подувати певний об'єкт на природоохоронній чи рекреаційній території. Певна частина громади підтримує цей план, а інша - проти.

Завдання:

1. Застосовуючи теорії гри, розробити стратегію поведінки однієї з сторін та відповідну реакцію іншої сторони.

2. Доведіть, що запропонована вами стратегія приведе до перемоги.

Примітка: всі дії обох сторін не мають вступати у конфлікт з законодавством.

Завдання 2. Ловля риби і харчування.

Умови задачі: Уявимо, що існування деякого виду риб, що харчуються біля поверхні води, залежить головним чином від наявності трьох видів комах. Ці види - x_1, x_2, x_3 - біля поверхні води представлені не однаково, а з частотами відповідно: 15n, 5n, n.

Допустимо, що хтось ловить рибу на один з цих видів комах, насаджуючи їх на гачок.

Завдання: розробити найбільш вигідну стратегію ловлі риби.

Всі відповіді мають бути обґрунтовані!

Лабораторна робота №5.

Тема: Моделі теорії катастроф.

Мета: навчитися використовувати моделі теорії катастроф в біології

Завдання: Екологічна катастрофа

Умови задачі: Події, що відбуваються в довкіллі часто називають катастрофами: "екологічна катастрофа", "катастрофічний повінь", "катастрофічний ураган" тощо.

Завдання:

1. Застосовуючи теорію катастроф довести або спростувати валідність назв цих (чи подібних) природних чи антропогенних явищ.

2. Продемонструйте на конкретному прикладі (бажано з регіону вашого проживання) ознаки таких систем, що дозволяють використання моделей теорії катастроф для їх опису.

Всі відповіді мають бути обґрунтовані!

Лабораторна робота №6.

Тема: Багатовимірні моделі.

Мета: навчитися використовувати багатовимірні моделі в біології

Завдання: 1. Описові моделі

Завдання:

Знайти приклади застосування описових багатовимірних моделей в біології. оформити відповідь в табличному вигляді.

№ п/п	Назва моделі	Приклади застосування з посиланнями на першоджерело

Завдання: 2. Прогностичні моделі

Завдання:

Знайти приклади застосування прогностичних багатовимірних моделей в біології. оформити відповідь в табличному вигляді.

№ п/п	Назва моделі	Приклади застосування з посиланнями на першоджерело

Всі відповіді мають бути обґрунтовані!

Лабораторна робота №7.

Тема: Фрактали.

Мета: навчитися використовувати фрактальну геометрію для моделювання структур і систем в біології

Завдання:

Підготувати невеликий реферат про застосування фрактальної геометрії (множин Мальденброта) для структур і систем в біології.

Загальний об’єм реферату має складати не більше 3 сторінок. У випадку запозичення інформації зі сторонніх джерел, вони мають бути процитовані коректно з обов’язковим посиланням (список посилань до необхідного об’єму тексту не зараховується і кількість посилань не лімітується)

ЧАСТИНА 3
МАТЕРІАЛИ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Орієнтовний перелік питань поточного та підсумкового контролю з навчальної дисципліни "Системний аналіз в біології"

1. Поняття про системний аналіз в біології
2. Застосування системного аналізу для вирішення біологічних задач.
3. Основні етапи системного аналізу та їх зміст.
4. Поняття “модель”.
5. Види моделей та їх класифікація.
6. Поняття про реальні моделі.
7. Ідеальні моделі та їх застосування в біології.
8. Концептуальні моделі та їх застосування в біології.
9. Математичні моделі та їх застосування в біології.
10. Імітаційні моделі та їх застосування в біології.
11. Поняття “динамічні моделі”.
12. Основні етапи побудови динамічних моделей в біології
13. Правила побудови динамічних моделей.
14. Умовні позначення, що застосовуються при побудові динамічних моделей.
15. Приклади використання динамічних моделей в біології та екології.
16. Переваги та недоліки динамічних моделей.
17. Визначення стохастичних моделей та їх характеристика.
18. Дисперсійні моделі та їх застосування в біології та екології.
19. Регресійні моделі та їх застосування в біології та екології.
20. Визначення та властивості марковських моделей першого порядку.
21. Класифікація станів марковських моделей першого порядку.
22. Переваги та недоліки марковських моделей першого порядку.
23. Приклади застосування марковських моделей в біології та екології.

24. Визначення поняття “оптимізаціїна модель”.

25. Переваги та недоліки оптимізаційних моделей та межі їх застосування в екології.

26. Моделі лінійного програмування. Визначення та приклади застосування.

27. Поняття про теоретико-ігрові моделі.

28. Моделі гри двох осіб з нульовою сумою та їх застосування в біології.

29. Застосування теоретико-ігрових моделей в біології та екології.

30. Визначення поняття “катастрофа”.

31. Визначення понять: “бімодальність”, “розривність”, “гістерезис” та “дивергенція”.

32. Моделі теорії катастроф, їх принципи та побудова.

33. Процеси і явища в біології та екології, які підпадають під моделі теорії катастроф.

34. Переваги та недоліки моделей теорії катастроф.

35. Модель катастрофи типу “складка” та їх застосування в біології.

36. Модель катастрофи типу “збірка” та їх застосування в біології.

37. Поняття багатовимірної моделі та їх застосування в біології.

38. Класифікація багатовимірних моделей та їх застосування в біології.

39. Моделі аналізу головних компонент та їх застосування в біології.

40. Кластерний аналіз та його застосування в біології.

41. Описові багатовимірні моделі та їх застосування в біології

42. Модель "взаємного осереднення" та її використання в біології.

43. Застосування прогностичних моделей в біології.

44. Модель "дискримінантного аналізу" та її використання в біології.

45. Модель "канонічні величини" та її використання в біології.

46. Модель "канонічні кореляцій" та їх застосування в біології.

47. Поняття про "нейроні мережі" та застосування їх для моделювання в біології.

48. Самоподібні структури в біології. Поняття "фрактал". Застосування фрактальної геометрії в системному аналізі.

49. Нові методи управління складними системами. Пам'ять системи.

50. Теорія універсального (глобального) еволюціонізму і її застосування в системному аналізі. Теорія хаосу та її застосування в системному аналізі.

Технічне завдання
на виконання творчої роботи з навчальної дисципліни
"Системний аналіз в біології"

Основна мета виконання творчої роботи: вироблення практичних навиків системного аналізу використовуючи данні власних наукових спостережень НДРС, перевірка на практиці теоретичних положень, розвиток навиків обробки даних.

Оформлення роботи: робота має бути оформлена у вигляді окремого дослідження за правилами написання курсових робіт чи рефератів. Об'єм роботи не регламентується, але бажано вкластися в 10 сторінок.

Термін подання роботи: за 10 днів до проведення підсумкового контролю з дисципліни.

Структура та основні вимоги до творчого завдання:

1. Титульна сторінка.

Оформляється за загальноприйнятими правилами.

2. Зміст.

3. Вступ.

У вступі відмічається мета та основні завдання виконання яких ставить перед собою автор роботи.

4. Матеріал та методика досліджень.

Дається опис відібраного матеріалу (вид, дата збору тощо) та методика за якою здійснювався відбір та проведені виміри (як відбирали, чим міряли тощо).

5. Основна частинна.

Повинна містити текстову частину, також можуть приводитися таблиці з вихідними даними, результатами обчислень, графіки, малюнки. Кожен рисунок, таблиця чи графік мають бути детально описані у тексті основної частини.

6. Висновки.

Коротко сформулювати отримані результати.

7. Література.

Наводиться перелік опрацьованих джерел (в т.ч. електронних).

8. Додатки (при потребі).

Система оцінювання роботи:

- правильність оформлення, грамотність	5 балів
- опрацьований об’єм матеріалу	5
- повнота та якість проведених розрахунків	5
- якість опису та висновків з отриманих результатів	5
Разом	**20**

Примітка:

1. Творча робота може бути запропонована студентам, які навчаються на дистанційній чи змішаній формі навчання, коли з тієї чи іншої об'єктивної причини студент не може бути присутній на занятті і виконати всі передбачені лабораторні роботи. Також творча робота може бути виконана студентом з власної ініціативи з метою поглиблення знань і навиків, чи (або) покращення підсумкової оцінки.

2. Для денної форми навчання отримані бали додаються до рейтингової оцінки. Для заочної форми навчання успішне виконання творчої роботи (не менше 14 балів) є обов’язковою умовою допуску до підсумкового контролю.

ЗМІСТ

ВСТУП 3
ЧАСТИНА 1 РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ... 4
ЧАСТИНА 2 ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ 18
ЧАСТИНА 3 МАТЕРІАЛИ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ 26