



## СИЛАБУС

Волинський національний університет імені Лесі України

Факультет біології та лісового господарства

Кафедра фізіології людини і тварин

**Дисципліна: Математичне моделювання в біології та медицині**

Для студентів денної форми спеціальності 091 «Біологія», освітньо-професійної програми «Лабораторна діагностика»

**Коротка характеристика:** нормативна; 2 курс 1 семестр; 5 кредитів ЄКТС; 150 год., у т.ч. денна форма навчання: 20 год. лекцій, 16 год. лабораторних робіт; заочна форма навчання: 16 год. лекцій, 10 год. лабораторних робіт.

**Викладач:** Кузнєцов Ілля Павлович, к.б.н., доцент кафедри фізіології людини і тварин, [Kuznetsov.Ilyya@vnu.edu.ua](mailto:Kuznetsov.Ilyya@vnu.edu.ua)

**Комунікація зі студентами:** засобами Office 365, на заняттях згідно розкладу, за графіком консультацій.

**Розклад занять** розміщено на сайті навчального відділу СНУ: <http://194.44.187.20/cgi-bin/timetable.cgi?n=700>

**Розклад консультацій.** Консультації проводяться згідно розкладу, що розміщений на дошці оголошень кафедри фізіології та на сайті кафедри: <https://vnu.edu.ua/uk/chairs/fiziologiyi-lyudini-i-tvarin>

**Передумови вивчення курсу:** для вивчення курсу студенти повинні попередньо прослухати курси «Інформатика», «Основи вищої математики та математичного аналізу», «Математичні методи в біології», «Молекулярна біологія», «Цитологія», «Гістологія», «Анатомія», «Фізіологія людини і тварин».

### 1. АНОТАЦІЯ КУРСУ

Активний розвиток і впровадження обчислювальної техніки і методів комп'ютерних наук у сферу біології та медицини вимагає як розуміння основних принципів комп'ютерних наук, так і специфіки їх використання у біології та медицині. Розвиток програмного забезпечення в області обробки кількісної інформації та автоматичного пошуку закономірностей у існуючих даних призвів до широкого впровадження методів математичного моделювання у медицині та біологічних науках. Сучасні програмні засоби математичного моделювання, популярні типи моделей та алгоритми машинного навчання, які застосовуються для ефективного аналізу великих даних – ці питання розглядаються в нашому курсі.

**Мета навчального курсу** – формування у студентів комплексу знань і умінь щодо системного опису біологічних та медичних явищ, формування на його основі математичних моделей вказаних явищ.

## 2. КОМПЕТЕНТНОСТІ

ЗК01. Здатність працювати у міжнародному контексті.

ЗК02. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК03. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК06. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

СК01. Здатність користуватися новітніми досягненнями біології, необхідними для професійної, дослідницької та/або інноваційної діяльності.

СК02. Здатність формулювати задачі моделювання, створювати моделі об'єктів і процесів на прикладі різних рівнів організації живого із використанням математичних методів й інформаційних технологій.

СК03. Здатність користуватися сучасними інформаційними технологіями та аналізувати інформацію в галузі біології і на межі предметних галузей.

СК04. Здатність аналізувати і узагальнювати результати досліджень різних рівнів організації живого, біологічних явищ і процесів.

СК05. Здатність планувати і виконувати експериментальні роботи з використанням сучасних методів та обладнання.

СК06. Здатність прогнозувати напрямки розвитку сучасної біології на основі загального аналізу розвитку науки і технологій.

СК07. Здатність діагностувати стан біологічних систем за результатами дослідження організмів різних рівнів організації

СК10. Здатність використовувати результати наукового пошуку в практичній діяльності.

В сукупності з іншими фаховими освітніми компонентами це дозволить досягти наступних програмних результатів:

ПРН1. Володіти державною та іноземною мовами на рівні, достатньому для спілкування з професійних питань та презентації результатів власних досліджень.

ПРН2. Використовувати бібліотеки, інформаційні бази даних, інтернет ресурси для пошуку необхідної інформації.

ПРН4. Розв'язувати складні задачі в галузі біології, генерувати та оцінювати ідеї.

ПРН6. Аналізувати біологічні явища та процеси на молекулярному, клітинному, організменному, популяційно-видовому та біосферному рівнях з точки зору фундаментальних загальнонаукових знань, а також за використання спеціальних сучасних методів досліджень.

ПРН11. Проводити статистичну обробку, аналіз та узагальнення отриманих експериментальних даних із використанням програмних засобів та сучасних інформаційних технологій.

ПРН12. Використовувати інноваційні підходи для розв'язання складних задач біології за невизначених умов і вимог.

ПРН15. Уміти самостійно планувати і виконувати інноваційне завдання та формулювати висновки за його результатами.

## 3. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ РОЗПОДІЛ БАЛІВ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Детальний опис курсу міститься в навчальній програмі курсу «Математичне моделювання в біології та медицині», яка розміщена на сайті факультету.

## Перелік тем лекцій, які розглядаються

для студентів денної форми навчання

| № з/п, дата  | Назви змістових модулів і тем   |
|--|---|
| <b>Змістовий модуль 1. Основні поняття та концепції математичного моделювання у біології та медицині</b>         |   |
| 1  | Вступ до математичного моделювання. Історія математичного моделювання в біології, зв'язок математичного моделювання із іншими науками.                      |
| 2  | Теорія систем. Поняття системи. Класифікація систем. Системний аналіз.  |
| 3  | Основні принципи математичного моделювання, поняття математичної моделі.  |
| <b>Змістовий модуль 2. Динамічні та емпіричні моделі біологічних і епідеміологічних явищ</b>                     |   |
| 1  | Динамічні моделі.   |
| 2  | Диференційне числення.  |
| 3  | Звичайні диференційні рівняння.   |
| 4  | Емпіричні моделі. Математична статистика  |
| <b>Змістовий модуль 3. Використання методів машинного навчання у моделюванні біологічних і медичних процесів</b> |   |
| 1  | Машинне навчання, основні принципи. Баєсові моделі.   |
| 2  | Дискримінантний аналіз.   |
| 3  | Дерева прийняття рішень. Машини опорних векторів. Метод k-найближчих сусідів. Кластерний аналіз – метод k-середніх.   |
| 4  | Нейронні мережі.  |
| <b>Змістовий модуль 4. Агент-орієнтовні моделі. Моделювання станів біологічних систем.</b>                       |   |
| 1  | Агент-орієнтовні моделі. Клітинні автомати.   |
| 2  | Випадкові блукання. Моделі біологічних явищ на основі випадкових блукань. Марківські ланцюги, їх використання у математичному моделюванні біологічних явищ. |

Для студентів заочної форми навчання

| № з/п, дата  | Назви змістових модулів і тем  |
|--|--|
| <b>Змістовий модуль 1. Основні поняття та концепції математичного моделювання у біології та медицині</b> |  |
| 1  | Вступ до математичного моделювання. Історія математичного моделювання в біології, зв'язок математичного моделювання із іншими науками. |
| 2  | Теорія систем. Поняття системи. Класифікація систем. Системний аналіз.   |
| 3  | Основні принципи математичного моделювання, поняття математичної моделі.   |
| <b>Змістовий модуль 2. Динамічні та емпіричні моделі біологічних і епідеміологічних явищ</b>             |  |
| 1  | Динамічні моделі.  |
| 2  | Диференційне числення.   |

|  |   |
|--|---|
| 3  | Звичайні диференційні рівняння.   |
| 4  | Емпіричні моделі. Математична статистика  |
| <b>Змістовий модуль 3. Використання методів машинного навчання у моделюванні біологічних і медичних процесів</b> |   |
| 1  | Машинне навчання, основні принципи. Баєсові моделі.   |
| 2  | Дискримінантний аналіз.   |
| 3  | Дерева прийняття рішень. Машини опорних векторів. Метод k-найближчих сусідів. Кластерний аналіз – метод k-середніх.   |
| 4  | Нейронні мережі.  |
| <b>Змістовий модуль 4. Агент-орієнтовні моделі. Моделювання станів біологічних систем.</b>                       |   |
| 1  | Агент-орієнтовні моделі. Клітинні автомати.   |
| 2  | Випадкові блукання. Моделі біологічних явищ на основі випадкових блукань. Марківські ланцюги, їх використання у математичному моделюванні біологічних явищ. |

### **Змістовий модуль 1. Основні поняття та концепції математичного моделювання у біології та медицині**

1 Вступ до математичного моделювання. Історія математичного моделювання в біології, зв'язок математичного моделювання із іншими науками. Поняття про золотий перетин. Розвиток обчислювальної техніки та обчислювальних підходів у математичному моделюванні. Основні етапи у розвитку математичного моделювання, видатні математики, що вплинули на застосування математичних моделей в біології – Галілей, Сетон-Томсон, Т'юрінг, Пуанкаре, фон Нейман, Колмогоров, Шеннон, фон Бергаланффі.

2 Теорія систем. Історія виникнення теорії систем. Тектологія Богданова, теорія складних систем Бергаланффі. Поняття системи. Класифікація систем. Типи систем. Термодинамічна класифікація систем. Закриті, відкриті, ізольовані системи. Властивості систем. Властивості систем, пов'язані із структурою, властивості систем, пов'язані із функціями. Емерджентність, неаддитивність, системність, ієрархічність, еквіфінальність. Системний аналіз. Структура зв'язків в системі. Прямі, зворотні позитивні, зворотні негативні зв'язки. Зв'язки горизонтальні та вертикальні. Оптимальний рівень функціонування систем.

3 Основні принципи математичного моделювання, поняття математичної моделі. Позитивні та негативні наслідки узагальнення явища. Універсальність моделі, як наслідок високого рівня узагальнення. Математичне моделювання різних рівнів біологічних об'єктів. Порядок створення моделі. Перевірка та корекція моделі.

### **Змістовий модуль 2. Динамічні та емпіричні моделі біологічних і епідеміологічних явищ**

1 Динамічні моделі. Основні причини створення та застосування динамічних моделей в біології. Визначення головних параметрів в моделі біологічного явища, які визначають розвиток моделі.

2 Диференційне та інтегральне числення. Основні принципи, поняття та зміст похідної та інтегралу. Випадки і приклади біологічних процесів, де застосування динамічних моделей обмежене. Знаходження екстремумів функції, визначення характеру динаміки процесу на основі характеристик похідної першого та другого порядку.

3 Звичайні диференційні рівняння. Основні принципи побудови ЗДР для біологічних процесів. Приклади рівнянь, які мають і які не мають аналітичний розв'язок. Типи ЗДР. Приклади ЗДР – динаміка продукції білків в клітині. Застосування ЗДР для

побудови моделей в епідеміології, модел SIR та її модифікації. Приклади застосування моделей SIR для прогнозування динаміки епідемії COVID-19.

4 Емпіричні моделі. Математична статистика. Статистичні моделі, побудовані на малих та великих наборах даних. Поняття великих даних (Big Data). Поняття статистичного розподілу, його характеристик. Нормальний розподіл, розподіл Пуасона, альфа- та гама-розподіли, розподіл Парето. Кореляція, регресія, метод найменших квадратів. Поняття статистичної гіпотези, перевірка гіпотези. Параметричні та непараметричні статистичні критерії.

### **Змістовий модуль 3. Використання методів машинного навчання у моделюванні біологічних і медичних процесів**

1 Машинне навчання, основні принципи. Статистичні підходи у розвідці та обробці великих даних. Основні два завдання машинного навчання. Поняття варіативності та зміщення даних. Основні характеристики даних, які впливають на якість моделі. Сучасні програмні пакети для створення моделей машинного навчання, RapidMiner, KNIME, Orange. Оцінка якості моделі. Розбиття набору даних на піднабори: для тренування, тестування, валідації. Крос-перевірка. Точність, відгук, площа під кривою. Теорема Байєса, основні принципи та підходи у застосуванні. Баєсові моделі. Наївний байєсовий класифікатор.

2 Дискримінантний аналіз. Основні принципи, графічне представлення методу. Лінійний та квадратичний дискримінантний аналіз. Область застосування дискримінантного аналізу в сфері біології та медицини.

3 Древа прийняття рішень. Поняття глибини дерева. Прунінг. Нормалізація, її типи. Машини опорних векторів. Графічне представлення методу опорних векторів. Прокляття складності та прокляття розмірності. Область застосування методу опорних векторів. Метод k-найближчих сусідів, застосування в біології. Обмеження методу. Кластерний аналіз – метод k-середніх. Визначення ефективної кількості кластерів на основі статистичних показників. Метод профілю, метод ліктя.

4 Нейронні мережі. Поняття штучного нейрону, поняття активаційної функції. Типи функцій активації в штучних нейронах. Сигмоїдальна, порогова, тангенціальна, ReLu функції. Основні області застосування нейронних мереж. Згорткові нейронні мережі. Глибоке навчання, основні принципи. Основні архітектури згорткових нейронних мереж. Застосування згорткових нейронних мереж для аналізу медичних зображень. Рекуррентні нейронні мережі, мережі з тривалої короткочасною пам'яттю. Автокодувальники. Навчання нейронних мережі із вчителем та без вчителя. Застосування рекуррентних нейронних мереж у високогітехнологічному протезуванні.

### **Змістовий модуль 4. Агент-орієнтовні моделі. Моделювання станів біологічних систем.**

1 Агент-орієнтовні моделі. Клітинні автомати. Розвиток ідеї клітинних автоматів – від Т'юрінга і фон Неймана до Стівена Вольфрама. Основні типи поведінки клітинних автоматів. Клітинні автомати як обчислювальні машини. Симуляції біологічних процесів за допомогою клітинних автоматів. Характеристики та типи клітинних автоматів. Гра «Життя». Мова програмування агент-орієнтовних моделей NetLogo.

2 Випадкові блукання. Моделі біологічних явищ на основі випадкових блукань. Моделювання випадкових процесів за допомогою випадкових блукань. Марківські моделі. Визначення рівноважних станів у марківських моделях. Теорія інформації, її зв'язок із марківськими моделями. Марківські ланцюги, їх використання у математичному моделюванні біологічних та медичних явищ. Приховані марківські ланцюги, їх

використання у визначенні прихованих параметрів біологічних та медичних об'єктів та явищ. Симуляція розвитку епідемій та динаміки популяції на основі марківських моделей.

### Перелік тем лабораторних занять

#### для студентів денної форми навчання

| № з/п | Тема   | Кількість годин/балів |
|-------|--|-----------------------|
| 1     | Основні принципи побудови математичної моделі.                             | 2/2                   |
| 2     | Епідеміологічна модель SIR   | 2/4                   |
| 3     | Створення статистичної моделі на основі існуючих даних                     | 2/2                   |
| 4     | Формат даних CSV   | 2/2                   |
| 5     | Оцінка основних характеристик даних в програмі RapidMiner                  | 2/2                   |
| 6     | Побудова послідовної обробки даних в програмі RapidMiner                   | 2/2                   |
| 7     | Побудова глибокої нейронної мережі для обробки даних в програмі RapidMiner | 2/4                   |
| 8     | Мова NetLogo, робота існуючих моделей в середовищі NetLogo                 | 2/2                   |
|       | <b>Разом</b>   | <b>8/20</b>           |

#### для студентів заочної форми навчання

| № з/п | Тема   | Кількість годин/балів |
|-------|--|-----------------------|
| 1     | Епідеміологічна модель SIR   | 2/4                   |
| 2     | Створення статистичної моделі на основі існуючих даних                     | 2/4                   |
| 3     | Оцінка основних характеристик даних в програмі RapidMiner                  | 2/4                   |
| 4     | Побудова глибокої нейронної мережі для обробки даних в програмі RapidMiner | 2/4                   |
| 5     | Мова NetLogo, робота існуючих моделей в середовищі NetLogo                 | 2/4                   |
|       | <b>Разом</b>   | <b>10/20</b>          |

## 4. ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ

### РОЗПОДІЛ БАЛІВ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

#### для студентів денної форми навчання

| Поточний контроль знань |                   |    |    |    |                    |    |    |    |    |    |    | Сума |     |
|-------------------------|-------------------|----|----|----|--------------------|----|----|----|----|----|----|------|-----|
| Усні відповіді          | Контрольні роботи |    |    |    | Лабораторні роботи |    |    |    |    |    |    |      | 100 |
| 20                      | 60                |    |    |    | 20                 |    |    |    |    |    |    |      |     |
|                         | T1                | T2 | T3 | T4 | L1                 | L2 | L3 | L4 | L5 | L6 | L7 | L8   |     |
|                         | 15                | 15 | 15 | 15 | 2                  | 4  | 2  | 2  | 2  | 2  | 4  | 2    |     |

**для студентів заочної форми навчання**

| Поточний контроль знань |                   |    |    |    |                    |    |    |    |    | Сума |
|-------------------------|-------------------|----|----|----|--------------------|----|----|----|----|------|
| Усні відповіді          | Контрольні роботи |    |    |    | Лабораторні роботи |    |    |    |    | 100  |
| 20                      | 60                |    |    |    | 20                 |    |    |    |    |      |
|                         | T1                | T2 | T3 | T4 | Л1                 | Л2 | Л3 | Л4 | Л5 |      |
|                         | 15                | 15 | 15 | 15 | 4                  | 4  | 4  | 4  | 4  |      |

**Практичні навички (виконання лабораторної роботи) оцінюються** за результатами виконання лабораторних робіт. Відвідування занять є обов'язковим та дає можливість отримати задекларовані загальні та фахові компетентності, вчасно і якісно виконати завдання. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету). Лабораторна робота може бути оцінена на максимальну кількість балів, якщо студент вчасно виконав всі завдання, оформив роботу, зробив висновки. Лабораторні роботи здаються на наступному занятті після закінчення лабораторної роботи.

Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

**Політика щодо академічної доброчесності**

Списування під час письмового опитування, контрольних робіт та МКР заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Реферати повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу.

Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування, незалежно від масштабів плагіату чи обману.

**Неформальна освіта при викладанні дисципліни.** Визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті здійснюється відповідно до «Положення про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені Лесі Українки» ([https://eenu.edu.ua/sites/default/files/Files/\\_vznannya\\_rezultativ\\_snu\\_im.1.u.2.pdf](https://eenu.edu.ua/sites/default/files/Files/_vznannya_rezultativ_snu_im.1.u.2.pdf))

Рекомендовані платформи для проходження навчання у неформальній освіті:

Prometheus + <https://prometheus.org.ua/>

Всеосвіта <https://vseosvita.ua/webinar>

Coursera <https://coursera.org>

За умови підтвердження, що зміст майстер-класів (семінарів, курсів тощо) відповідає темам курсу, сертифікати участі в них (або інші підтверджуючі документи) будуть достатньою підставою для зарахування відповідних тем.

**Політика щодо дедлайнів та перескладання:** роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (з кожної теми віднімається 0,5 балів від отриманого).

**Поточний контроль** проводиться у вигляді усного або письмового опитування. За теоретичну підготовку до певного практичного заняття студентами денної форми навчання максимальна оцінка 5 балів. Оцінка за лабораторне заняття виставляється за виконання завдання протягом заняття, максимальна оцінка – 2 бали (за 2 та 7 – роботи – 4 бали).

За теоретичну підготовку до певного практичного заняття студентами заочної форми навчання максимальна оцінка 5 балів. Оцінка за лабораторне заняття виставляється за виконання завдання протягом заняття, максимальна оцінка – 4 бали.

**Проміжний контроль (модульна контрольна робота)** проводиться письмово, або у формі комп'ютерного тестування. Модульний зріз передбачає розв'язання 15 тестових завдань, що складаються на основі лекційного курсу, практичних робіт і питань, які виносяться на самостійне опрацювання (правильне розв'язання тестового завдання оцінюється в 1 бал). Максимальна кількість балів, яку студент може отримати за одну модульну контрольну роботу – 15 балів (загалом 60 балів за три модульні контрольні роботи).

## 5. ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ

**Підсумковий контроль – екзамен.** Оцінювання знань студентів здійснюється за результатами поточного й модульного контролю. При цьому завдання із цих видів контролю оцінюються в діапазоні від 0 до 100 балів включно.

У випадку незадовільної підсумкової оцінки, або за бажання підвищити рейтинг, студент складає екзамен у письмовій формі. При цьому на екзамен виносяться 60 балів, а бали, набрані за результатами модульних контрольних робіт, анулюються. Для отримання оцінки потрібно набрати певну кількість балів згідно шкали оцінювання.

### Шкала оцінювання

| Оцінка в балах за всі види навчальної діяльності | Оцінка       |  |
|--|--------------|--|
|  | для екзамену | для заліку                                       |
| 90 – 100   | Відмінно     | Зараховано                                       |
| 82 – 89  | Дуже добре   |  |
| 75 - 81  | Добре        |  |
| 67 -74   | Задовільно   |  |
| 60 - 66  | Достатньо    |  |
| 1 – 59   | Незадовільно | Незараховано (з можливістю повторного складання) |

### РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ТА ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСИ

1. Бондаренко Т.І. Основи медичної інформатики. Практикум: навчальний посібник / Т.І. Бондаренко. — К. : ВСВ «Медицина», 2018. — 128 с.
2. Булах І.Є. Медична інформатика в модулях. К.: Медицина, 2009 р. — 208 с.
3. Горобець С.В., Горобець О.Ю., Хоменко Т.А. Основи біоінформатики. – Київ, НТУУ КПІ. – 2010. – 156 с. Режим відкритого доступу: <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/774/1/10-11-146.pdf>
4. Дьяконов А. Г. Анализ данных, обучение по прецедентам, логические игры, системы WEKA, RapidMiner и MatLab (Практикум на ЭВМ кафедры математических методов прогнозирования): Учебное пособие. – М.: МГУ, 2010. – 278 с. Режим відкритого доступу: <http://www.machinelearning.ru/wiki/images/7/7e/Dj2010up.pdf>
5. Кузнецов І.П. Біокібернетика : практикум / уклад. І. Я. Коцан, І. П. Кузнецов ; Волинський національний університет імені Лесі Українки, біологічний факультет, кафедра фізіології людини і тварин. – Луцьк, 2011. – 32 с.



6. Кузнецов І. П., Качинська Т. В. Лабораторний практикум з нейроінформатики / Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, медико-біологічний факультет, кафедра фізіології людини і тварин. – Луцьк, 2020. – 92 с.
7. Исаева В.В. Синергетика для биологов: вводный курс / В.В. Исаева. – М., Наука, 2005. – 158 с.
8. Каретин Ю.А. Синергетика. Курс лекций для биологов / Ю.А. Каретин. – Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2003. – 155 с.
9. Хакен Г. Тайны восприятия / Герман Хакен. – Москва: Институт компьютерных исследований, 2002. – 272 с.
10. Мислити моделями (укр. субтитри) <https://ru.coursera.org/learn/model-thinking>
11. Системне мислення в громадській охороні здоров'я (укр. субтитри) : <https://ru.coursera.org/learn/systems-thinking>
12. Wertelecki W. Incorporated levels of cesium-137 in pregnant women and prevalence rates of neural tube defects and microcephaly / Wertelecki, W., Yevtushok, L., Kuznietsov, I., Komov, O., Lapchenko, S., Akhmedzanova, D., & Ostapchuk, L. // Reproductive Toxicology, 80, P. 33-35.
13. Wertelecki W. Chornobyl, radiation, neural tube defects, and microcephaly / W. Wertelecki et al.// Eur J Med Genet. –2018. – Vol. 61, № 9. – P. 556-563.

#### **Перелік питань для підсумкового контролю**

Предмет математичного моделювання. Основні поняття математичного моделювання в біології. Історія розвитку математичного моделювання. Сучасний стан методів математичного моделювання в біології. Програмні засоби математичного моделювання в біології. Визначення поняття системи. Властивості систем. Типи систем. Біологічні системи. Системний аналіз 1. Виділення компонентів системи. Системний аналіз 2. Зв'язки між компонентами системи. Системний аналіз 3. Зв'язки системи із зовнішнім середовищем. Визначення мети математичного моделювання. Основні вимоги до математичного моделювання. Особливості моделювання біологічних явищ. Поняття математичної моделі. Прямі та зворотні класи завдань, пов'язані із моделями. Класифікація математичних моделей. Етапи створення математичної моделі. Приклади моделей біологічних явищ.

Історія виникнення диференційного числення. Звичайні диференційні рівняння. Визначення динаміки системи. Рівноважні стани. Моделювання біохімічних процесів за допомогою диференційних рівнянь. Моделювання популяційних процесів за допомогою диференційних рівнянь. Типові динамічні моделі в біології. Модель Лоткі-Вольтерра. Поняття емпіричної моделі. Типи статистичних розподілів. Біологічні процеси, які характеризуються різними розподілами ймовірностей. Центральна гранична теорема, закон великих чисел. Поняття регресії. Лінійна регресія. Моделювання біологічних явищ за допомогою лінійної регресії. Нелінійна регресія. Моделювання біологічних явищ за допомогою нелінійної регресії. Програмні засоби для створення емпіричних моделей.

Поняття машинного навчання. Програмне забезпечення з машинного навчання. Лінійний дискримінантний аналіз – концепція, застосування. Штучні нейронні мережі, будова, класифікація. Концепція глибоких нейронних мереж. Теорема Байєса. Прості байєсові моделі. Складні байєсові моделі. Регресійний аналіз біологічних даних на основі нейронних сіток, лінійного дискримінантного аналізу, баєсових моделей. Класифікація біологічних та медичних даних на основі нейронних мереж, лінійного дискримінантного аналізу, баєсових моделей. Дерева прийняття рішень – концепція, застосування. Типи дерев прийняття рішень. Випадковий ліс. Застосування дерев прийняття рішень для завдань класифікації та регресійного аналізу біологічних даних. Концепція машин опорних векторів, застосування для завдань регресійного аналізу та класифікації біологічних даних. Метод k-

найближчих сусідів у задачах класифікації біологічних даних. Метод k-середніх у задачах класифікації біологічних даних.

Історія розвитку теорії клітинних автоматів. Типи клітинних автоматів. Основні властивості. Поняття про агент-орієнтовні моделі. Програмне забезпечення для моделювання на основі клітинних автоматів. Моделювання морфогенезу та популяційних процесів за допомогою клітинних автоматів. Концепція випадкових блукань. Типи випадкових блукань, основні властивості. Випадкові блукання із запам'ятовуванням попереднього стану (еволюційні). Випадкові блукання без запам'ятовування попереднього стану. Використання випадкових блукань для моделювання біологічних явищ. Візуалізація даних, отриманих на основі випадкових блукань. Марківські ланцюги, основні поняття. Приховані марківські моделі. Марківські моделі та теорія інформації. Застосування марківських моделей у біоінформатиці. Застосування марківських моделей у інших галузях біології. Програмне забезпечення для розробки марківських моделей

Гарант ОПП «Лабораторна  
діагностика»



доц. Качинська Т. В.