

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Волинський національний університет імені Лесі Українки
Факультет біології та лісового господарства
Кафедра фізіології людини і тварин

СИЛАБУС

Нормативної навчальної дисципліни

Математичне моделювання в біології та медицині

Підготовки магістра
Спеціальності 091 Біологія
освітньо-професійної програми:, Біологія

Луцьк – 2021

Силабус навчальної дисципліни «МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В БІОЛОГІЇ ТА МЕДИЦИНІ» підготовки магістра, галузізнань 09 Біологія, спеціальності Біологія, за освітньою програмою: Біологія.

Розробник:

Кузнєцов Ілля Павлович, кандидат біологічних наук, доцент кафедри фізіології людини і тварин національного університету імені Лесі Українки.

Силабус навчальної дисципліни затверджено на засіданні кафедри фізіології людини і тварин

протокол № 1 від 27.08. 2021 р.

В.о. завідувача кафедри:

доц.



Качинська Т. В.

© Кузнєцов І.П. 2021 р.

І. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Для студентів денної форми навчання галузі знань 09 «Біологія», спеціальності 091 «Біологія», освітньої програми: «Біологія»

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна /освітньо- наукова/освітньо-творча програма, Освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Денна форма навчання	09 Біологія, 091 Лабораторна діагностика, Магістр; Біологія, Магістр	Нормативна
		Рік навчання 2
		Семестр 1 -ий
Кількість годин/кредитів 140/4,5		Лекції 28 год.
		Практичні (семінарські) 0 год. Лабораторні 20 год. Індивідуальні 0 год.
ІНДЗ: немає		Самостійна робота 92 год. Консультації 0 год.
Мова навчання: українська		Форма контролю: залік

ІІ. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА

Кузнєцов Ілля Павлович, к.б.н., доцент кафедри фізіології людини і тварин

Kuznetsov.Ilyia@eenu.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://eenu.edu.ua/uk/chairs/fiziologiyi-lyudini-i-tvarin>

ІІІ. ОПИС ДИСЦИПЛІНИ

1. Анотація. 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.

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».

2. Метою викладання навчальної дисципліни «Математичне моделювання в біології та медицині» є формування у студентів комплекс знань і умінь щодо системного опису біологічних та медичних явищ, формування на його основі математичних моделей вказаних явищ.

Завданнями вивчення дисципліни «Математичне моделювання в біології та медицині» є отримання розуміння структур файлів для зберігання даних, набуття навичок обробки цих даних в програмі Rapidminer, навичок із створення агент-орієнтовних моделей в середовищі NetLogo, отримання знань основних математичних моделей, які можуть бути застосовані для моделювання медичних та біологічних процесів.

3. Компетентності

ЗК02. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК06. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

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.

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

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

СК09. Здатність використовувати результати наукового пошуку в практичній діяльності.

4. Програмні результати навчання

ПР4. Розв'язувати складні задачі в галузі біології, генерувати та оцінювати ідеї.

ПР11. Проводити статистичну обробку, аналіз та узагальнення отриманих експериментальних даних із використанням програмних засобів та сучасних інформаційних технологій.

ПР12. Використовувати інноваційні підходи для розв'язання складних задач біології за невизначених умов і вимог.

5. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Усього	Лек.	Лабор.	Сам. роб.	Конс.
Змістовий модуль 1. Основні поняття та концепції математичного моделювання у біології та медицині					
Вступ до математичного моделювання. Історія математичного моделювання в біології, зв'язок математичного	6	2		4	

модельовання із іншими науками.					
Теорія систем. Поняття системи. Класифікація систем. Системний аналіз.	8	2	2	4	
Основні принципи математичного модельовання, поняття математичної моделі.	4	2		2	
Разом за модулем 1	18	6	2	10	
Змістовий модуль 2. Динамічні та емпіричні моделі біологічних і епідеміологічних явищ					
Динамічні моделі.	8	2	2	4	
Диференційне числення.	10	2		8	
Звичайні диференційні рівняння.	14	4		10	
Емпіричні моделі. Математична статистика	10	2		8	
Разом за модулем 2	42	10	2	30	
Змістовий модуль 3. Використання методів машинного навчання у моделюванні біологічних і медичних процесів					
Машинне навчання, основні принципи. Баєсові моделі.	12	2	2	8	
Дискримінантний аналіз.	8	2	2	4	
Дерева прийняття рішень. Машини опорних векторів. Метод k-найближчих сусідів. Кластерний аналіз – метод k-середніх.	18	2	4	12	
Нейронні мережі.	18	2	4	12	
Разом за змістовим модулем 3	56	8	12	36	
Змістовий модуль 4. Агент-орієнтовні моделі. Моделювання станів біологічних систем.					
Агент-орієнтовні моделі. Клітинні автомати.	14	2	4	8	
Випадкові блукання. Моделі біологічних явищ на основі випадкових блукань. Марківські ланцюги, їх використання у математичному моделюванні біологічних явищ.	10	2		8	
Разом за змістовим модулем 4	24	4	4	16	
Всього годин	140	28	20	92	

6. Завдання для самостійного опрацювання.

1. Теорія ігор, її застосування у моделюванні біологічних явищ.
2. Математична логіка як теоретична основа електронно-обчислювальної техніки.
3. Цифрова обробка сигналів у біології та медицині.
4. Теорія масового обслуговування, математичні моделі біологічних явищ на основі

- теорії масового обслуговування.
5. Моделювання структурними рівняннями в біології.
 6. Теорія категорій та її застосування у моделюванні біологічних процесів.
 7. Теорія категорій та її застосування для моделювання еволюційних процесів.
 8. Теорія графів, її застосування у моделюванні властивостей біологічних систем.
 9. Асоціативне навчання. Використання асоціативного навчання для моделювання поведінкових процесів у біологічних організмах.
 10. Онлайн-системи машинного навчання.
 11. Математичні моделі біологічних явищ у техніці.

IV. ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ РОЗПОДІЛ БАЛІВ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Модуль 1														Сума	
Поточний контроль знань															
Усні відповіді	Контрольні роботи				Лабораторні роботи										100 100
20	60				20										
	T1	T2	T3	T4	Л1	Л2	Л3	Л4	Л5	Л6	Л7	Л8	Л9	Л10	
	15	15	15	15	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	

Поточний контроль проводиться у вигляді усного або письмового опитування. За теоретичну підготовку до певного практичного заняття максимальна оцінка 5 балів. Оцінка за кожну виконану і оформлену лабораторну роботу становить 2 бали для студентів денної форми навчання і 4 бали – для студентів заочної форми навчання.

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 чотири модульні контрольні роботи).

V. ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ

Підсумковий контроль – залік, який проводиться в усній формі і за складання якого студент може отримати максимум 60 балів. Загальна оцінка підраховується як сума поточного й модульного контролю, або поточного і підсумкового контролю. Оцінка за освоєння курсу виставляється згідно шкали оцінювання.

Питання для підготовки до контролю.

1. Предмет математичного моделювання.
2. Основні поняття математичного моделювання в біології.
3. Історія розвитку математичного моделювання.
4. Сучасний стан методів математичного моделювання в біології.
5. Програмні засоби математичного моделювання в біології.
6. Визначення поняття системи.
7. Властивості систем.

8. Типи систем.
9. Біологічні системи.
10. Системний аналіз 1. Виділення компонентів системи.
11. Системний аналіз 2. Зв'язки між компонентами системи.
12. Системний аналіз 3. Зв'язки системи із зовнішнім середовищем.
13. Визначення мети математичного моделювання.
14. Основні вимоги до математичного моделювання.
15. Особливості моделювання біологічних явищ.
16. Поняття математичної моделі.
17. Прямі та зворотні класи завдань, пов'язані із моделями.
18. Класифікація математичних моделей.
19. Етапи створення математичної моделі.
20. Приклади моделей біологічних явищ.
21. Історія виникнення диференційного числення.
22. Звичайні диференційні рівняння.
23. Визначення динаміки системи. Рівноважні стани.
24. Моделювання біохімічних процесів за допомогою диференційних рівнянь.
25. Моделювання популяційних процесів за допомогою диференційних рівнянь.
26. Типові динамічні моделі в біології. Модель Лоткі-Вольтерра.
27. Поняття емпіричної моделі.
28. Типи статистичних розподілів. Біологічні процеси, які характеризуються різними розподілами ймовірностей.
29. Центральна гранична теорема, закон великих чисел.
30. Поняття регресії.
31. Лінійна регресія. Моделювання біологічних явищ за допомогою лінійної регресії.
32. Нелінійна регресія. Моделювання біологічних явищ за допомогою нелінійної регресії.
33. Програмні засоби для створення емпіричних моделей.
34. Поняття машинного навчання.
35. Програмне забезпечення з машинного навчання.
36. Лінійний дискримінантний аналіз – концепція, застосування.
37. Штучні нейронні сітки, будова, класифікація. Нейронний газ.
38. Концепція глибоких нейронних сіток.
39. Теорема Байєса.
40. Прості байєсові моделі.
41. Складні байєсові моделі.
42. Регресійний аналіз біологічних даних на основі нейронних сіток, лінійного дискримінантного аналізу, баєсових моделей.
43. Класифікація біологічних даних на основі нейронних сіток, лінійного дискримінантного аналізу, баєсових моделей.
44. Дерева прийняття рішень – концепція, застосування.
45. Типи дерев прийняття рішень. Випадковий ліс.
46. Застосування дерев прийняття рішень для завдань класифікації та регресійного аналізу біологічних даних.
47. Концепція машин опорних векторів, застосування для завдань регресійного аналізу та класифікації біологічних даних.

48. Метод k-найближчих сусідів у задачах класифікації біологічних даних.
49. Метод k-середніх у задачах класифікації біологічних даних.
50. Історія розвитку теорії клітинних автоматів.
51. Типи клітинних автоматів. Основні властивості.
52. Поняття про агент-орієнтовні моделі.
53. Програмне забезпечення для моделювання на основі клітинних автоматів.
54. Моделювання морфогенезу та популяційних процесів за допомогою клітинних автоматів.
55. Концепція випадкових блукань.
56. Типи випадкових блукань, основні властивості.
57. Випадкові блукання із запам'ятовуванням попереднього стану (еволюційні).
58. Випадкові блукання без запам'ятовування попереднього стану.
59. Використання випадкових блукань для моделювання біологічних явищ.
60. Візуалізація даних, отриманих на основі випадкових блукань.
61. Марківські ланцюги, основні поняття.
62. Приховані марківські моделі.
63. Марківські моделі та теорія інформації.
64. Застосування марківських моделей у біоінформатиці.
65. Застосування марківських моделей у інших галузях біології.
66. Програмне забезпечення для розробки марківських моделей.

VI. ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ

Оцінка в балах за всі види навчальної діяльності	Оцінка для екзамену
90 – 100	Відмінно
82 – 89	Дуже добре
75 - 81	Добре
67 -74	Задовільно
60 - 66	Достатньо
1 – 59	Незадовільно

Політика щодо дедлайнів та перескладання. Лекційний матеріал і практичні роботи зі змістового модуля 1 мають бути виконані до проведення модульного зрізу 1. У випадку невиконання практичних робіт і не відпрацювання відповідного лекційного матеріалу студент не допускається до написання модульного зрізу 1. Відповідно подібні вимоги і до виконання практичних робіт і відпрацювання лекцій до модуля 2. Після отримання оцінок за потоний і проміжний контроль знань студент допускається до складання іспиту. Терміни проведення іспиту визначаються розкладом екзаменаційної сесії. У разі не складання іспиту, студент може перездати його двічі. Розклад ліквідації академічної заборгованості передбачений розкладом екзаменаційної сесії.

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://vnu.edu.ua/sites/default/files/Files/viznannya_rezultativ_snu_im. l.u. 2.pdf).

За умови, якщо студент має сертифікати проходження певних видів неформальної освіти (тренінгів, семінарів, інтернет-курсів, професійних стажувань), що відповідають напрямку дисципліни, йому можуть бути зараховані відповідні теми курсу.

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.

Дуальна освіта при викладанні дисципліни. За умови, якщо студент виконує навчальний план за дуальною формою здобуття професійної освіти, йому може бути зарахована тема 5 «Науково-дослідна робота студентів за фахом «Лабораторна діагностика».

VII. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

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.

Додаткова література.

1. Исаева В.В. Синергетика для биологов: вводный курс / В.В. Исаева. — М., Наука, 2005. — 158 с.
2. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы / Бенуа Мандельброт. — М.: Институт компьютерных исследований, 2002. — 655 с.
3. Арнольд В.И. Теория катастроф / В.И. Арнольд. — М.: Наука, 2000. — 128 с.
4. Каретин Ю.А. Синергетика. Курс лекций для биологов / Ю.А. Каретин. — Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2003. — 155 с.
5. Хакен Г. Тайны восприятия / Герман Хакен. — Москва: Институт компьютерных исследований, 2002. — 272 с.