

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Ймовірнісні методи в біології та медицині” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки

магістрів

(назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальності (напряму) 105 Прикладна фізики та наноматеріали
спеціалізації _____

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни – освоєння методів вирішення біологічних та медичних задач, заснованих на теорії ймовірностей.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни: надати необхідний обсяг знань з використання теорії множин, комбінаторики, аксіоматичної теорії імовірностей, байєсіанського підходу до визначення імовірностей, основних законів розподілу імовірностей у вирішенні біологічних і медичних задач, а також з байєсіанського підходу до біостатистики; навчити студентів вирішувати задачі з області генетики, епідеміологічних досліджень, медичних досліджень, тощо, а також байєсіанського статистичного аналізу.

1.3. Кількість кредитів – 4.

1.4. Загальна кількість годин – 120.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
2-й	-й
Семестр	
3-й	-й
Лекції	
12 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
24 год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
84 год.	год.
Індивідуальні завдання	
10 год.	

1.6. Заплановані результати навчання: студенти мають знати теоретичний матеріал з курсу – основні методи теорії ймовірностей вирішення біомедичних задач, методи байєсіанського статистичного аналізу;

вміти розв’язувати задачі з області генетики, епідеміологічних і медичних досліджень, використовувати байєсіанський статистичний аналіз для аналізу біологічних і медичних даних.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Імовірність і формула Байєса у біології і медицині.

Тема 1. Випадковість та її вплив на біологічні і медичні дані.

Мінливість в біології та медицині та її наукове значення. Проблема опису мінливості та проблема отримання висновків та прогнозів на їх основі. Закони розподілення імовірностей, редукція даних, методи перевірки імовірнісних моделей у біостатистиці. Частотний (класичний) та бейєсіанський підходи до визначення імовірностей. Відношення до випадковості як до невід'ємної властивості подій або як до нездатності людини знати все.

Тема 2. Розрахунок імовірності як відносної частоти.

Задачі в області генетики. Задачі на використання теореми складання імовірностей та теореми множення імовірностей незалежних подій.

Тема 3. Використання формули повної імовірності та формули Байєса у вирішенні біомедичних задач.

Взаємозв'язок між подіями – залежні і незалежні події. Теорема множення імовірностей незалежних подій. Умовна імовірність події. Теорема множення імовірностей двох залежних подій. Узагальнена теорема множення імовірностей залежних подій. Властивості умовних імовірностей. Формула повної імовірності. Формула Байєса.

Тема 4. Формула повної імовірності, компаундінг та основні закони розподілу випадкових величин, що застосовуються у біостатистиці.

Формула повної імовірності та компаундінг. Розрахунок імовірностей з використанням формул комбінаторики в задачах біології та медицини. Пропорції та біноміальний розподіл. Від'ємний біноміальний розподіл. Мультиноміальний розподіл. Гіпергеометричний розподіл. Геометричний розподіл. Розподіл Пуассона, пуассонівський процес. Однорідний розподіл. Експоненційний розподіл. Проміжний компаундінг та апіорний розподіл імовірностей. Розрахунок розподілу смертей. Гамма розподіл. Компаундінг гама- та від'ємного біноміального розподілу. Нормальний (Гаусів) закон розподілу. Бета розподіл.

Розділ 2. Баєсіанський підхід до біостатистики.

Тема 5. Процедура байєсовських розрахунків

Апіорний розподіл імовірностей. Проста процедура алгоритма Баєса. Умовний розподіл імовірностей. Безперервні умовні розподіли. Постеріорний розподіл імовірностей. Безперервний умовний та попередній розподіли.

Тема 6. Різниця між частотним та баєсіанським підходами.

Порівняння частотного та баєсіанського підходів, оцінка найбільш корисного у конкретних обставинах. Визначення, чи є проблема дослідження у сфері охорони здоров'я баєсіанською проблемою чи ні.

Тема 7. Попередні розподіли.

Попереднє знання та суб'єктивні очікування. Розповсюджені попередні розподіли: однорідний, бета та нормальний. Попередня інформація від різних дослідників. Використання сумішей розподілів. Мета аналіз та попередні розподіли. Попередні знання та клінічні випробування. Суміші імовірностей як цінний ресурс для дослідників сфери охорони здоров'я. Інформація, доступна до дослідження. Послаблення попередніх поглядів.

Тема 8. Функції втрат і ризик.

Функція втрат та баєсіанський ризик. Теорія прийняття рішень. Функція втрат та перевірка гіпотез. Дискретні функції втрат. Генералізовані дискретні функції втрат. Багаточисельні дискретні функції втрат. Безперервні функції втрат. Лінійні втрати. Взважені лінійні втрати. Втрати квадратичної поибки. Що потрібно для реалістичних функцій втрат.

Тема 9. Отримання апостеріорних розподілів імовірностей у медицині

Приклад 1. Лікування інсульту: параметризація проблеми, попередній розподіл, умовний розподіл, функція втрат для отримання баєсіанського класифікатора, ідентифікація постеріорного розподілу. Приклад 2. Випадки ускладнень: постановка проблеми, побудова попереднього розподілу, умовний розподіл, функція втрат, побудова постеріорного розподілу. Як визначитись з вибором використовуючи попередні розподіли.

Тема 10. Впровадження баєсіанської процедури у клінічну практику.

Мета дискусії про розмір вибірок. Гібридний частотно-баєсіанський підхід. Одновибірковий тест на пропорцію. Розподіл імовірностей для θ . Двовибіркові розрахунки. Баєсіанські розрахунки. Передбачена потужність. Адаптивна баєсовська процедура.

Тема 11. Побудова плану дослідження у сфері охорони здоров'я для визначити прийнятності одного з двох підходів - частотного чи баєсіанського.

Одномірна та багатомірна проблеми. Попередня інформація та функція втрат у оновленні традиційного частотного рішення. Приклад. Побудова інтуїтивного суспільства.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Імовірність і формула Баєса у біології і медицині.												
Тема 1. Випадковість та її вплив на біологічні і медичні дані.	1	1										
Тема 2. Розрахунок імовірності як відносної частоти.	9		3			6						
Тема 3. Використання формули повної імовірності та формули Байєса у вирішенні біомедичних задач.	24	1	7			16						
Тема 4. Формула повної імовірності, компаундінг та основні закони	24	2	6			16						

розподілу випадкових величин, що застосовуються у біостатистиці.												
Разом за розділом 1	58	4	16			38						
Розділ 2. Баєсіанський підхід до біостатистики.												
Тема 5. Процедура байєсовських розрахунків	14	2	2			10						
Тема 6. Різниця між частотним та баєсіанським підходами.	8	1	1			6						
Тема 7. Попередні розподіли.	8	1	1			6						
Тема 8. Функції втрат і ризик.	8	1	1			6						
Тема 9. Отримання апостеріорних розподілів імовірностей у медицині	8	1	1			6						
Тема 10. Впровадження баєсіанської процедури у клінічну практику.	8	1	1			6						
Тема 11. Побудова плану дослідження у сфері охорони здоров'я для визначити прийнятності одного з двох підходів - частотного чи баєсіанського.	8	1	1			6						
Разом за розділом 2	62	8	8			46						
Усього годин	120	12	24			84						

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Розділ 1. Імовірність і формула Баєса у біології і медицині.		
1	<i>Тема 2. Розрахунок імовірності як відносної частоти.</i> Операції над подіями. Задачі в області генетики. Задачі на використання теореми складання імовірностей та теореми множення імовірностей незалежних подій.	3
2	<i>Тема 3. Використання формули Баєса у вирішенні біомедичних задач.</i> Рішення задач на використання формули повної імовірності та формули Баєса.	7

3	Перевірочна робота за темами 2-3.	1
4	Тема 4. <i>Формула повної імовірності, компаундінг та основні закони розподілу випадкових величин, що застосовуються у біостатистиці.</i> Рішення задач	6
Розділ 2. Баєсіанський підхід до біостатистики		
5	Тема 5. <i>Процедура байєсовських розрахунків.</i> Рішення задач.	2
6	Тема 6. <i>Різниця між частотним та баєсіанським підходами.</i> Рішення задач.	1
7	Тема 7. <i>Попередні розподіли.</i> Рішення задач.	1
8	<i>Контрольна робота 1</i>	1
9	Тема 8. <i>Функції втрат і ризик.</i> Рішення задач.	1
10	Тема 9. <i>Отримання апостеріорних розподілів імовірностей у медицині.</i> Рішення задач	1
11	Тема 10. <i>Впровадження баєсіанської процедури у клінічну практику.</i> Рішення задач.	1
12	Тема 11. <i>Побудова плану дослідження у сфері охорони здоров'я для визначити прийнятності одного з двох підходів - частотного чи баєсіанського.</i> Рішення задач.	1
	<i>Контрольна робота 2</i>	1
	Разом	24

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
Розділ 1. Імовірність і формула Баєса у біології і медицині.		
1	Тема 2. <i>Розрахунок імовірності як відносної частоти.</i> Теоретичні питання. Рішення задач.	6
2	Тема 3. <i>Використання формули повної імовірності та формули Байєса у вирішенні біомедичних задач.</i> Теоретичні питання. Рішення задач.	16
3	Тема 4. <i>Формула повної імовірності, компаундінг та основні закони розподілу випадкових величин, що застосовуються у біостатистиці.</i> Теоретичні питання. Рішення задач.	16
Розділ 2. Баєсіанський підхід до біостатистики		
5	Тема 5. <i>Процедура байєсовських розрахунків.</i> Теоретичні питання. Рішення задач.	10
6	Тема 6. <i>Різниця між частотним та баєсіанським підходами.</i> Теоретичні питання. Рішення задач.	6
7	Тема 7. <i>Попередні розподіли.</i> Теоретичні питання. Рішення задач.	6
8	Тема 8. <i>Функції втрат і ризик.</i> Теоретичні питання. Рішення задач.	6
9	Тема 9. <i>Отримання апостеріорних розподілів імовірностей у медицині.</i> Теоретичні питання. Рішення задач	6
10	Тема 10. <i>Впровадження баєсіанської процедури у клінічну практику.</i> Теоретичні питання. Рішення задач.	6
11	Тема 11. <i>Побудова плану дослідження у сфері охорони здоров'я для визначити прийнятності одного з двох підходів - частотного чи баєсіанського.</i> Теоретичні питання. Рішення задач.	6
	Разом	84

6. Індивідуальні завдання

Аналіз певного дослідження, у якому використовується баєсіанська біостатистика. Результати представляються у вигляді презентації на трьох-п'яти слайдах, на яких наводиться інформація про назву та авторів роботи, про вихідні данні публікації; перераховуються та пояснюються методи баєсіанської біостатистики, використані в роботі; наводяться висновки.

7. Методи контролю

Контрольні роботи, індивідуальне завдання. Рішення задач на практичних заняттях біля дошки, виконання завдань для самостійної роботи.

7. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання					Сума
Розділ 1		Розділ 2	Контрольна робота, передбачена навчальним планом		Індивідуальне завдання, передбачене навчальним планом
T1	T2-T4	T5-T11	1	2	
1	6×3=18	7×7=49	10	10	12
					100

T1, T2 ... – теми розділів.

Поточний контроль: 19 балів в рамках тем T1-T4 передбачено за роботу на відповідних лекційних та практичних заняттях, 49 балів в рамках тем T5-T11 передбачено за роботу на відповідних лекційних та практичних заняттях (16 балів) та виконання завдань для самостійної роботи (33 бали).

Індивідуальне завдання – презентація – 4 бали, доповідь – 4 бали, відповіді на питання – 4 бали.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

9. Рекомендована література

Основна література

1. Moyé L.A. Elementary Bayesian Biostatistics. University of Texas Houston, U.S.A. 2007. – 380 p. - ISBN-13: 978-1-58488-725-6 (eBook - PDF)
2. Gelman A. [et al] Bayesian data analysis – 2nd ed. A CRC Press Company, 2004. – 695 p. - ISBN 1-58488-388-X
3. Sivis D.S. Data analysis. A Bayesian tutorial. Oxford science Publication, 2006. – 259 p.
4. Bolstad W. M. Introduction to Bayesian statistics. - 2nd ed. Wiley-Interscience, 2007. – 463 p.
5. Нейман Ю. Вводный курс теории вероятностей и математической статистики. М., 1968. – 448 с.

Допоміжна література

1. Сеньо П.С. Теорія ймовірностей та математична статистика: Підручник. – Київ: Центр навчальної літератури, 2004. – 448 с.
2. Барковський В.В., Барковська Н.В., Лопатін О.К. Б 25 Теорія ймовірностей та математична статистика. 5-те видання. — Київ: Центр учбової літератури, 2010. — 424 с.
3. Венцель Е.С. Теория вероятностей. Уч. пособие для ВУЗов. М., Высшая школа. – 1999. – 576 с.
4. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. М., Высшая школа. – 1979. – 400 с.
5. Ширяев А.Н. Вероятность. - М., 1980. - 574 с.
6. Ширяев А. Н. Вероятность. В 2-х кн. Кн.1. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: МЦНМО, 2004. - 520 с
7. Ширяев А. Н. Вероятность. В 2-х кн. Кн. 2. —3-е изд., перераб. и доп. —М.: МЦНМО 2004. -408с.

10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Lem Moye. Probability. Electronic book. 661 p.
<https://sph.uth.edu/courses/biometry/lmoye/Webs/PH1835/ClinTrialWebMats/PH1835%20Downloads/Probability.pdf>

Курси для дистанційного навчання:

1. INTRODUCTION TO PROBABILITY - THE SCIENCE OF UNCERTAINTY
<https://www.edx.org/course/introduction-probability-science-mitx-6-041x-1>
<https://www.edx.org/course/introduction-probability-science-mitx-6-041x-2#!>
2. INTRODUCTION TO STATISTICS: PROBABILITY
<https://www.edx.org/course/introduction-statistics-probability-uc-berkeleyx-stat2-2x>
3. PROBABILITY: DISTRIBUTION MODELS & CONTINUOUS RANDOM VARIABLES
<https://www.edx.org/course/probability-distribution-models-purdue-416-2x-1#!>
4. BIOSTATISTICS FOR BIG DATA APPLICATIONS
<https://www.edx.org/course/biostatistics-big-data-applications-utmbx-stat101x#!>
5. BIG DATA ANALYTICS IN HEALTHCARE
<https://www.edx.org/course/big-data-analytics-healthcare-gtx-cse88803x>
6. INTRODUCTION TO APPLIED BIOSTATISTICS: STATISTICS FOR MEDICAL RESEARCH
<https://www.edx.org/course/introduction-applied-biostatistics-osakaux-med101x-0#!>