

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра молекулярної та медичної біофізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної
роботи

“ _____ ” _____ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Ймовірнісні методи в біології та медицині

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____

галузь знань _____ 10 «Автоматизація та приладобудування» _____
(шифр і назва)

спеціальність _____ 153 Мікро- та наносистемна техніка _____
(шифр і назва)

освітня програма _____ Фізична та біомедична електроніка _____
(шифр і назва)

спеціалізація _____
(шифр і назва)

вид дисципліни _____ за вибором _____
(обов'язкова / за вибором)

факультет _____ радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем _____

2022_ / 2023_ навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

22 липня 2022 року, протокол № 6.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Горобченко Ольга Олександрівна, к.ф.-м.н., доцент кафедри молекулярної та медичної біофізики

Програму схвалено на засіданні кафедри молекулярної та медичної біофізики факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна.

Протокол від 19 липня 2022 року № 7

Завідувач кафедри молекулярної та медичної біофізики _____

_____ Берест В. П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми: Фізична та біомедична електроніка
назва освітньої програми

Гарант освітньо-професійної програми Фізична та біомедична електроніка

_____ Аркуша Ю. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем
назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від 21 липня 2022 року, протокол № 6.

Голова науково-методичної комісії факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем _____

_____ Бутрим О. Ю.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

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

магістрів
 (назва рівня вищої освіти)

спеціальності (напряму) 153 Мікро- та наносистемна техніка
 спеціалізації _____

1. Опис навчальної дисципліни

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

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є сформувати у здобувачів вищої освіти наступні загальні та фахові компетентності.

Загальні:

1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. (ЗК-1)
2. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. (ЗК-2)
3. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. (ЗК-5)

Фахові компетентності:

1. Здатність аргументувати вибір методів розв’язання складних задач і проблем мікро- та наносистемної техніки, критично оцінювати отримані результати та аргументувати прийняті рішення. (СК-5)

2. Здатність користуватися сучасними системами пошуку та аналізу науково-технічної інформації, проводити патентний пошук і дослідження та здійснювати захист інтелектуальної власності. (СК-6)

3. Здатність розробляти і реалізовувати наукові та/або інноваційні проекти у сфері мікро- та наносистемної техніки, а також дотичні до неї міждисциплінарні проекти. (СК-7)

Основні завдання вивчення дисципліни також містять наступне: 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 – 5.

1.4. Загальна кількість годин – 150.

| | |
|---|-------------------------------------|
| 1.5. Характеристика навчальної дисципліни | |
| За вибором | |
| Денна форма навчання | Заочна (дистанційна) форма навчання |
| Рік підготовки | |
| 2-й | -й |
| Семестр | |
| 3-й | -й |
| Лекції | |
| 36 год. | год. |
| Практичні, семінарські заняття | |
| 12 год. | год. |

| | |
|------------------------|------|
| Лабораторні заняття | |
| год. | год. |
| Самостійна робота | |
| 102 год. | год. |
| Індивідуальні завдання | |
| 10 год. | |

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

вміти розв'язувати задачі з області генетики, епідеміологічних і медичних досліджень, використовувати байесіанську статистику для аналізу біологічних і медичних даних.

Програмні результати навчання, що забезпечуються дисципліною:

Визначати напрями, розробляти і реалізовувати проекти модернізації виробництва мікро- та наносистемної техніки з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів. (P-2)

Оптимізувати конструкції систем, пристроїв та компонентів мікро- та наносистемної техніки, а також технології їх виготовлення. (P-3)

Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері мікро- та наноелектроніки, для розв'язування складних задач професійної діяльності. (P-4)

Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів діяльності у сфері мікро- та наноелектроніки, презентації результатів досліджень та інноваційних проєктів. (P-5)

Розробляти вироби та компоненти мікро- та наносистемної техніки, враховуючі вимоги до їх характеристик, технологічні та ресурсні обмеження; використовувати сучасні інструменти автоматизації проєктування. (P-6)

Розв'язувати задачі синтезу та аналізу приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки (P-7)

Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її. (P-8)

Забезпечувати якість виробництва; обирати технології, що гарантують отримання необхідних характеристик твердотільних пристроїв; застосовувати сучасні методи контролю мікро- та наносистемної техніки (P-9)

Досліджувати процеси у мікро- та наноелектронних системах, приладах й компонентах з використанням сучасних експериментальних методів та обладнання, здійснювати статистичну обробку та аналіз результатів експериментів (P-11)

Будувати і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів мікро- та наноелектроніки (P-12)

Координувати роботу колективів виконавців для проведення наукових досліджень, проєктування, розроблення, аналізу, розрахунку, моделювання, виробництва та тестування мікро- та наносистемної техніки (P-14)

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Ймовірність і формула Баєса у біології і медицині.

Тема 1. Розрахунок ймовірності як відносної частоти.

Мінливість в біології та медицині та її наукове значення. Частотний (класичний) та байесіанський підходи до визначення ймовірностей. Основні визначення. Ймовірність випадкової події (класичне визначення ймовірності). Операції над подіями – об'єднання, перетин і доповнення. Діаграми Вьєна-Ейлера. Задачі.

Тема 2. Розрахунок ймовірностей подій у біомедичних задачах.

Аксиоматична ймовірність та ймовірнісний простір. Узагальнена теорема складання ймовірностей. Задачі з області генетики.

Тема 3. Розрахунок умовних ймовірностей подій у біомедичних задачах.

Взаємозв'язок між подіями – залежні і незалежні події. Теорема множення ймовірностей незалежних подій. Умовна ймовірність події. Узагальнена теорема множення ймовірностей залежних подій. Формула повної ймовірності. Формула Байеса. Чутливість та специфічність.

Тема 4. Використання формул комбінаторики у розрахунках ймовірностей подій у біомедичних задачах.

Основні правила комбінаторики. Розташування. Перестановки. Поєднання. Підрахунок подій з використанням формул комбінаторики. Розрахунок ймовірностей з використанням формул комбінаторики в задачах біології та медицини.

Розділ 2. Байєсіанський підхід до біостатистики.

Тема 5. Компаундінг та формула повної ймовірності.

Формула повної ймовірності та компаундінг. Використання біноміального розподілу, від'ємного біноміального розподілу та розподілу Пуассона у байєсіанській біостатистиці. Однорідний розподіл та компаундінг з однорідним розподілом. Експоненційний розподіл у байєсіанській біостатистиці. Задачі.

Тема 6. Компаундінг та байєсіанська процедура.

Вступ до простої байєсіанської процедури. Використання безперервних умовних розподілів. Безперервний умовний та апіорний розподіли. Задачі.

Тема 7. Використання постеріорних розподілів.

Функція втрат та байєсіанський ризик. Теорія прийняття рішень у випадку дихотомічних втрат. Функція втрат та перевірка гіпотез. Дискретні функції втрат. Генералізовані дискретні функції втрат. Задачі.

Тема 8. Використання байєсіанської біостатистики у біології та медицині.

Аналіз певного дослідження, у якому використовується байєсіанська біостатистика.

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. Ймовірність і формула Байеса у біології і медицині. | | | | | | | | | | | | |
| Тема 1. Розрахунок ймовірності як відносної частоти. | 14 | 4 | | | | 10 | | | | | | |
| Тема 2. Розрахунок ймовірностей подій у біомедичних задачах. | 14 | 4 | | | | 10 | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|----|----|--|--|-----|--|--|--|--|--|--|
| Тема 3. Розрахунок умовних ймовірностей подій у біомедичних задачах. | 34 | 6 | 4 | | | 24 | | | | | | |
| Тема 4. Використання формул комбінаторики у розрахунках ймовірностей подій у біомедичних задачах. | 14 | 4 | | | | 10 | | | | | | |
| Разом за розділом 1 | 76 | 18 | 4 | | | 54 | | | | | | |
| Розділ 2. Байєсіанський підхід до біостатистики. | | | | | | | | | | | | |
| Тема 5. Компаундінг та формула повної ймовірності. | 23 | 8 | 1 | | | 14 | | | | | | |
| Тема 6. Компаундінг та байєсіанська процедура. | 21 | 6 | 1 | | | 14 | | | | | | |
| Тема 7. Використання постеріорних розподілів. | 16 | 4 | 2 | | | 10 | | | | | | |
| Тема 8. Використання байєсіанської біостатистики в біології та медицині. | 12 | | 2 | | | 10 | | | | | | |
| Разом за розділом 2 | 72 | 18 | 6 | | | 48 | | | | | | |
| Залікова робота | 2 | | 2 | | | | | | | | | |
| Усього годин | 150 | 36 | 12 | | | 102 | | | | | | |

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|--|---|-----------------|
| Розділ 1. Ймовірність і формула Байєса у біології і медицині. | | |
| 1 | Тема 3. Розрахунок умовних ймовірностей подій у біомедичних задачах. Розв'язування задач. | 2 |
| 2 | Контрольна робота 1. | 2 |
| Розділ 2. Байєсіанський підхід до біостатистики | | |
| 3 | Контрольна робота 2 | 2 |
| 4 | Тема 7. Використання постеріорних розподілів. Розв'язування задач. | 2 |
| 5 | Тема 8. Використання байєсіанської біостатистики в біології та медицині. Захист індивідуального завдання. | 2 |
| 6 | Залікова робота | 2 |
| | Разом | 12 |

5. Завдання для самостійної роботи

| № з/п | Види, зміст самостійної роботи | Кількість годин |
|--|---|-----------------|
| Розділ 1. Ймовірність і формула Баєса у біології і медицині. | | |
| 1 | <i>Тема 1. Розрахунок ймовірності як відносної частоти.</i> Теоретичні питання. Розбір розв'язків задач. | 10 |
| 2 | <i>Тема 2. Розрахунок ймовірностей подій у біомедичних задачах.</i> Теоретичні питання. Розбір розв'язків задач. | 10 |
| 3 | <i>Тема 3. Розрахунок умовних ймовірностей подій у біомедичних задачах.</i> Теоретичні питання. Розбір розв'язків задач. | 24 |
| 4 | <i>Тема 4. Використання формул комбінаторики у розрахунках ймовірностей подій у біомедичних задачах.</i> Теоретичні питання. Розбір розв'язків задач. | 10 |
| Розділ 2. Баєсіанський підхід до біостатистики | | |
| 5 | <i>Тема 5. Компаундінг та формула повної ймовірності.</i> Теоретичні питання. Розбір розв'язків задач. | 14 |
| 6 | <i>Тема 6. Компаундінг та баєсіанська процедура.</i> Теоретичні питання. Розбір розв'язків задач. | 14 |
| 7 | <i>Тема 7. Використання постеріорних розподілів.</i> Теоретичні питання. Розбір розв'язків задач. | 10 |
| 8 | <i>Тема 8. Використання баєсіанської біостатистики у біології та медицині.</i> Виконання індивідуального завдання. | 10 |
| | Разом | 102 |

6. Індивідуальні завдання

Аналіз певного дослідження, у якому використовується баєсіанська біостатистика.

7. Методи контролю

Контрольні роботи, індивідуальне завдання. Розв'язання задач на практичних заняттях біля дошки.

8. Схема нараховування балів

Залік виставляється за кількістю балів, отриманих протягом семестру, та за написання залікової роботи.

Бали нараховуються за роботу на лекційних та практичних заняттях (1 бал за 2 години занять, загалом 24 бали).

Індивідуальне завдання (максимальна оцінка складає 10 балів) представляється у вигляді доповіді (оцінюється у 5 балів за вільне володіння матеріалом і відповідність встановленому часу доповіді; часткове володіння матеріалом та перебільшення відведеного часу доповіді знижує оцінку до меншої кількості балів) за матеріалами реферату (оцінюється у 3 бали) на двох-трьох сторінках формату А4, в якому наводиться інформація про назву та авторів роботи, про вихідні данні публікації (за що нараховується 1 бал); перераховуються та пояснюються використані у роботі методи баєсіанської біостатистики, наводяться висновки роботи (за що нараховується 2 бали); відповіді на додаткові два питання оцінюються в 2 бали.

Контрольні роботи 1 і 2 оцінюються у 12 та 14 балів відповідно. Контрольна робота 1 містить два завдання, які оцінюються в 6 балів кожне у випадку правильних та повних розв'язків задач. Контрольна робота 2 містить два завдання, які оцінюються в 7 балів

кожне у випадку правильних та повних розв'язків задач. Часткові розв'язки знижують оцінку до меншої кількості балів пропорційно тому, яку частину від повного розв'язку містить робота студента.

Залікове завдання містить два теоретичних питання, тести та задачу, які оцінюються кожні в 10 балів (максимальна кількість балів за залікову роботу 40). Часткові відповіді на питання та частковий розв'язок задачі знижують оцінку до меншої кількості балів пропорційно тому, яку частину від повного розв'язку (відповіді) містить робота студента.

| Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання | | | | | Залікова робота | Сума |
|--|----------|--|----|-------|-----------------|------|
| Розділ 1 | Розділ 2 | Контрольна робота, передбачена навчальним планом | | Разом | | |
| T1-T4 | T5-T8 | 1 | 2 | | | |
| 11 | 13 | 12 | 14 | 10 | 60 | 40 |
| | | | | | | 100 |

T1, T2 ... – теми розділів.

Поточний контроль: 24 бали в рамках тем T1-T8 передбачено за роботу на відповідних лекційних та практичних заняттях.

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. Lem Moye. Probability. Electronic book. 661 p.
3. Gelman A. [et al] Bayesian data analysis – 2nd ed. A CRC Press Company, 2004. 695 p. 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.

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. Бондаренко Я. С., Кравченко С. В., Сологуб К. М. Посібник до вивчення дисципліни “Байєсівський аналіз даних”. Д: Ліра, 2018. 40 с.

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

1. Goodman S. Introduction to Bayesian methods I: Measuring the strength of evidence. Clinical Trials. 2005;2(4):282-90; DOI:[10.1191/1740774505cn098oa](https://doi.org/10.1191/1740774505cn098oa)
https://www.researchgate.net/publication/7487656_Introduction_to_Bayesian_methods_I_Measuring_the_strength_of_evidence
2. Barbini, E. , Manzi, P. , Barbini, P. . Bayesian Approach in Medicine and Health Management. In: Rodriguez-Morales, A. J. , editor. Current Topics in Public Health [Internet]. London: IntechOpen; 2013 [cited 2022 Aug 31]. Available from:
<https://www.intechopen.com/chapters/39578> doi: 10.5772/52402
3. Are you Bayesian or Frequentist? <https://youtu.be/GEFxFVESQXc>

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. Probability: Distribution Models & Continuous Random Variables
<https://www.edx.org/course/probability-distribution-models-purdue-416-2x-1#!>
3. BIOSTATISTICS FOR BIG DATA APPLICATIONS
<https://www.edx.org/course/biostatistics-big-data-applications-utmbx-stat101x#!>
4. INTRODUCTION TO APPLIED BIOSTATISTICS: STATISTICS FOR MEDICAL RESEARCH
<https://www.edx.org/course/introduction-applied-biostatistics-osakaux-med101x-0#!>
5. BAYESIAN STATISTICS: FROM CONCEPT TO DATA ANALYSIS
<https://www.coursera.org/learn/bayesian-statistics>
6. Bayesian Statistics (Bayes Theorem, Bayesian networks, Bayesian sampling methods, Bayesian inference, machine learning and much more).
<https://www.udemy.com/course/bayesian-statistics/>