

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 – Природничі науки  
(шифр і назва)

спеціальність 105 Прикладана фізика та наноматеріали  
(шифр і назва)

освітня програма Біофізика  
(шифр і назва)

спеціалізація \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

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

факультет радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

2020\_ / 2021\_ навчальний рік

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

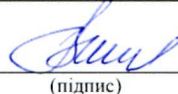
17 червня 2020 року, протокол № 7.

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 травня 2020 року № 4

Завідувач кафедри молекулярної та медичної біофізики



(підпис)

Берест В.П.

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми: Біофізика  
назва освітньої програми

Гарант освітньо-професійної програми Біофізика



(підпис)

Берест В.П.

(прізвище та ініціали)

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

Протокол від 17 червня 2020 року, протокол № 6.

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



(підпис)

Чорногор Л.Ф.

(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) 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	
За вибором	
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 для вирішення біомедичних задач, методи байєсіанського статистичного аналізу;

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

## 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 байєсіанський 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.*

Аксіоматична 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 Байєса. 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
<b>Розділ 1. Ймовірність і формула Байєса у біології і медицині.</b>												

Тема 1. Розрахунок ймовірності як відносної частоти.	6	1	1			4						
Тема 2. Розрахунок ймовірностей подій у біомедичних задачах.	14		4			10						
Тема 3. Розрахунок умовних ймовірностей подій у біомедичних задачах.	25	2	7			16						
Тема 4. Використання формул комбінаторики у розрахунках ймовірностей подій у біомедичних задачах.	9	2	1			6						
Разом за розділом 1	54	5	13			36						
<b>Розділ 2. Байесіанський підхід до біостатистики.</b>												
Тема 5. Компаундінг та формула повної ймовірності.	20	2	4			14						
Тема 6. Компаундінг та байесіанська процедура.	20	3	3			14						
Тема 7. Використання постеріорних розподілів.	14	2	2			10						
Тема 8. Використання байесіанської біостатистики в біології та медицині.	12		2			10						
Разом за розділом 2	66	7	11			48						
<b>Усього годин</b>	120	12	24			84						

#### 4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Розділ 1. Ймовірність і формула Байеса у біології і медицині.</b>		
1	<i>Тема 1. Розрахунок ймовірності як відносної частоти.</i> Операції над подіями. Задачі з області генетики. Задачі на використання теореми складання ймовірностей та теореми множення ймовірностей незалежних подій.	1
2	<i>Тема 2. Розрахунок ймовірностей подій у біомедичних задачах.</i> Рішення задач на використання формули повної ймовірності та формули Байеса.	4

4	Тема 3. Розрахунок умовних ймовірностей подій у біомедичних задачах. Рішення задач.	6
5	<b>Контрольна робота 1.</b>	2
<b>Розділ 2. Байєсіанський підхід до біостатистики</b>		
6	Тема 5. Компаундінг та формула повної ймовірності. Рішення задач.	3
7	Тема 6. Компаундінг та байєсіанська процедура. Рішення задач.	2
8	<b>Контрольна робота 2</b>	2
9	Тема 7. Використання постеріорних розподілів. Рішення задач.	2
10	Тема 8. Використання байєсіанської біостатистики в біології та медицині.	2
	Разом	24

### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
<b>Розділ 1. Ймовірність і формула Баєса у біології і медицині.</b>		
1	Тема 1. Розрахунок ймовірності як відносної частоти. Теоретичні питання. Розбір рішення задач.	4
2	Тема 2. Розрахунок ймовірностей подій у біомедичних задачах. Розбір рішення задач.	10
3	Тема 3. Розрахунок умовних ймовірностей подій у біомедичних задачах. Теоретичні питання. Розбір рішення задач. Рішення задач.	16
4	Тема 4. Використання формул комбінаторики у розрахунках ймовірностей подій у біомедичних задачах. Теоретичні питання. Розбір рішення задач. Рішення задач.	6
<b>Розділ 2. Баєсіанський підхід до біостатистики</b>		
5	Тема 5. Компаундінг та формула повної ймовірності. Теоретичні питання. Розбір рішення задач. Рішення задач.	14
6	Тема 6. Компаундінг та баєсіанська процедура. Теоретичні питання. Розбір рішення задач. Рішення задач.	14
7	Тема 7. Використання постеріорних розподілів. Теоретичні питання. Розбір рішення задач.	10
8	Тема 8. Використання баєсіанської біостатистики у біології та медицині. Виконання індивідуального завдання.	10
	<b>Разом</b>	<b>84</b>

### 6. Індивідуальні завдання

Аналіз певного дослідження, у якому використовується баєсіанська біостатистика.

### 7. Методи контролю

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

### 8. Схема нарахування балів

Залік виставляється за кількістю балів, отриманих протягом семестру.

Бали нараховуються за роботу на лекційних та практичних заняттях (1 бал за 2 години занять, загалом 18 балів).

Домашні завдання передбачені за кожною з тем Т3-Т6 і передбачають рішення задачі (задач), за яку (які) нараховується максимально 3 бали (3 бали – вичерпне та повне (відмінне) рішення та правильні і повні відповіді на додаткові питання; 2 бали – рішення та відповіді правильні та містить усю необхідну інформацію, логічно побудовані, але є неточності та/або упущення (добре); 1 бал – рішення в цілому задовільні, але є помилки і студент не може пояснити хід рішень та відповісти на питання; 0 балів – рішення не доведене до кінця, студент не може пояснити хід рішень та відповісти на питання, рішення і відповіді неправильні або відсутні.

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) з презентацією (оцінюється у 5 балів) на трьох-п'яти слайдах, на яких 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 (за що нараховується 1 бал), наводяться висновки роботи (1 бал); відповіді на додаткові два питання оцінюються кожне в 1 бал.

Контрольні роботи 1 і 2 оцінюються кожна максимально у 10 балів. Контрольна робота 1 містить два завдання, які оцінюються в 4 та 6 балів, відповідно, у разі правильних та повних рішень задач. Контрольна робота 2 містить два завдання, які оцінюються в 5 балів відповідно у разі правильних та повних рішень задач. Часткові рішення задач знижують оцінку до меншої кількості балів пропорційно тому, яку частину від повного рішення містить робота студента.

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання					Залікова робота	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Контрольна робота, передбачена навчальним планом		Індивідуальне завдання, передбачене навчальним планом		
Т1-Т3	Т4-Т7	1	2			
10+3+3	8+3+3	10	10	10	60	40

Т1, Т2 ... – теми розділів.

Поточний контроль: 18 балів в рамках тем Т1-Т7 передбачено за роботу на відповідних лекційних та практичних заняттях, та 12 балів в рамках тем Т3-Т6 за виконання завдань для самостійної роботи.

### 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 – 2<sup>nd</sup> ed. A CRC Press Company, 2004. 695 p. Sivis D.S. Data analysis. A Bayesian tutorial. Oxford science Publication, 2006. 259 p.
3. Bolstad W. M. Introduction to Bayesian statistics. - 2nd ed. Wiley-Interscience, 2007. 463 p.
4. 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., Кн. 2. 3-е изд., перераб. и доп. М.: МЦНМО, 2004.

## 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-x-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#!>