

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС

з дисципліни

«Теорія ймовірностей та математична статистика»
ч.1. Теорія ймовірностей

для підготовки фахівців

Спеціальність 051 – Економіка

Освітня програма «Економічна кібернетика»
«Цифрова економіка»

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра економічної кібернетики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету ІТ

О.Г. Глазунова

“ _____ ” _____ 2021р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри економічної кібернетики

Протокол № 10 від “ 20 ” травня 2021 р.

Завідувач кафедри

_____ Д.М. Жерліцин

”РОЗГЛЯНУТО ”

Гарант ОП

«Економічна кібернетика»

_____ Н.А.Клименко

Гарант ОП

«Цифрова економіка»

_____ Д.М.Жерліцин

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Теорія ймовірностей та математична статистика»

ч. 1. Теорія ймовірностей

Спеціальність 051 – Економіка

Освітня програма «Економічна кібернетика»

«Цифрова економіка»

Факультет інформаційних технологій

Розробник: ст. викл. Шульга Н.Г.

Київ – 2019 р.

1. Опис навчальної дисципліни

«Теорія ймовірностей та математична статистика»

Ч.1. Теорія ймовірностей

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський) рівень	
Ступінь вищої освіти	Бакалавр	
Галузь знань	05 Соціальні та поведінкові науки	
Спеціальність	051 Економіка	
Освітня програма	Економічна кібернетика, Цифрова економіка	
Обмеження щодо форм навчання	Обмеження відсутні	
Освітня кваліфікація	Бакалавр з економіки за спеціалізацією економічна кібернетика, цифрова економіка	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова (нормативна)	
Загальна кількість годин	90	
Кількість кредитів ECTS	3	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)		
Форма контролю	Залік	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	2	
Семестр	3	
Лекційні заняття	30 год.	
Практичні, семінарські заняття		
Лабораторні заняття	30 год.	
Самостійна робота	30 год.	
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4 год.	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Місце і роль дисципліни в системі підготовки фахівців

Мета вивчення курсу – дати майбутньому спеціалісту теоретичні знання та практичні навички з теорії ймовірностей для подальшого » їх застосування при вивченні дисципліни «Математична статистика та в економіко-математичному моделюванні й аналізі результатів сільськогосподарського виробництва та агробізнесу.

Задачі – знати методологію аналізу даних з використанням теорії ймовірностей; вміти самостійно робити розрахунки, аналізувати отримані результати; володіти методами теорії ймовірностей, вміти застосовувати набуті знання при дослідженні статистичних даних.

Вивчення курсу *«Теорія ймовірностей»* дає майбутнім фахівцям теоретичні знання та практичні навички в застосуванні математичних методів для вивчення закономірностей випадкових явищ, аналізу масових економічних, соціальних та інших процесів. Пізнання цих закономірностей дає можливість прогнозувати розвиток процесів як в економіці, соціології, так і у природничих науках.

Навчальна дисципліна забезпечує формування ряду фахових компетентностей:

Інтегральна компетентність - Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в економічній сфері, які характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, що передбачає застосування теорій та методів економічної науки.

Загальні компетентності :

ЗК3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК7. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК8. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ЗК9. Здатність до адаптації та дій в новій ситуації.

ЗК11. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК12. Навички міжособистісної взаємодії. ЗК13. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

Економічна кібернетика:

СК4. Здатність пояснювати економічні та соціальні процеси і явища на основі теоретичних моделей, аналізувати і змістовно інтерпретувати отримані результати.

СК6. Здатність застосовувати економіко-математичні методи та моделі для вирішення економічних задач.

СК7. Здатність застосовувати комп'ютерні технології та програмне забезпечення з обробки даних для вирішення економічних завдань, аналізу інформації та підготовки аналітичних звітів.

СК14. Здатність поглиблено аналізувати проблеми і явища в одній або декількох професійних сферах з врахуванням економічних ризиків та можливих соціально-економічних наслідків.

Цифрова економіка:

СК7. Здатність застосовувати комп'ютерні технології та програмне забезпечення з обробки даних для вирішення економічних завдань, аналізу інформації та підготовки аналітичних звітів.

СК8. Здатність аналізувати та розв'язувати завдання у сфері економічних та соціально-трудова відносин.

СК11. Здатність обґрунтовувати економічні рішення на основі розуміння закономірностей економічних систем і процесів та із застосуванням сучасного методичного інструментарію.

СК12. Здатність самостійно виявляти проблеми економічного характеру при аналізі конкретних ситуацій, пропонувати способи їх вирішення.

СК13. Здатність проводити економічний аналіз функціонування та розвитку суб'єктів господарювання, оцінку їх конкурентоспроможності.

СК15. Уміння використовувати сучасні технології, інтелектуальні методи, цифрові та програмні інструменти з обробки й аналізу даних.

СК16. Здатність формулювати професійні задачі в сфері цифрової економіки, вибирати належні напрями і відповідні методи для їх розв'язання, беручи до уваги наявні ресурси.

СК18. Здатність оцінювати можливі ризики, соціально-економічні наслідки управлінських рішень в умовах невизначеності та цифрової трансформації економіки.

СК21. Здатність до фінансового обґрунтування управлінських рішень у сфері цифрової економіки та застосування сучасних фінансових цифрових технологій.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен показати певні програмні результати, а саме:

Економічна кібернетика:

- ПР10: Проводити аналіз функціонування та розвитку суб'єктів господарювання, визначати функціональні сфери, розраховувати відповідні показники які характеризують результативність їх діяльності.
- ПР12: Застосовувати набуті теоретичні знання для розв'язання практичних завдань та змістовно інтерпретувати отримані результати. Розв'язувати складні непередбачувані задач і проблеми аграрної сфери економіки, що передбачає збирання та інтерпретацію інформації (даних), вибір методів та інструментальних засобів, застосування інноваційних підходів.
- ПР13: Ідентифікувати джерела та розуміти методологію визначення і методи отримання соціально - економічних даних, збирати та аналізувати необхідну інформацію, розраховувати економічні та соціальні показники.
- ПР15: Демонструвати базові навички креативного та критичного мислення у дослідженнях та професійному спілкуванні.
- ПР19: Використовувати інформаційні та комунікаційні технології для вирішення соціально - економічних завдань, підготовки та представлення аналітичних звітів.
- ПР21: Вміти абстрактно мислити, застосовувати аналіз та синтез для виявлення ключових характеристик.

Цифрова економіка:

ПРН 8. Застосовувати відповідні економіко-математичні методи та моделі для вирішення економічних задач

ПРН 12. Застосовувати набуті теоретичні знання для розв'язання практичних завдань та змістовно інтерпретувати отримані результати.

ПРН 19. Використовувати інформаційні та комунікаційні технології для вирішення соціально-економічних завдань, підготовки та представлення аналітичних звітів.

ПРН 25. Знати основні принципи, напрями і механізми цифрової економіки та вміти пояснювати її об'єктивну необхідність цифрової трансформації суспільних відносин.

ПРН 26. Демонструвати базові навички розробки аналітичних алгоритмів та застосування цифрових технологій обробки даних для вирішення управлінських задач в економіці.

ПРН 27. Показувати навички системно аналізувати економічні об'єкти та процеси на основі створеної моделі, інтерпретувати отримані результати та на основі відповідних висновків приймати обґрунтовані управлінські рішення на всіх рівнях ієрархії і розуміти їх наслідки.

Цілі навчання: підготовка фахівців, які володіють сучасним економічним мисленням, теоретичними знаннями і практичними навичками, необхідними для розв'язання завдань предметної області.

3. Програма навчальної дисципліни

Теоретичний зміст предметної області: поняття, категорії, концепції, принципи економічних наук.

Змістовний модуль 1

Тема 1. Випадкові події. Комбінаторика.

Розкривається поняття «події» та розглядаються види подій. Поняття комплексу умов, за яких відбуваються події, наводяться приклади подій. Повна група подій. Розглядаються основні поняття задач комбінаторики: перестановки, сполучення (вибірки), розміщення. Основне правило комбінаторики.

Тема 2. Поняття ймовірності та формули її визначення. Теореми додавання та множення ймовірностей (Алгебра подій).

Розкривається поняття «ймовірність», властивості ймовірності. Способи визначення ймовірності (Класичне, статистичне та геометричне означення ймовірності) та умови, за яких може бути визначена ймовірність тим чи іншим способом. Наводяться приклади. Розглядаються теореми множення для залежних та незалежних подій, теореми додавання для попарно сумісних та попарно несумісних подій. Теорія множин.

Тема 3. Теорія гіпотез.

Надається поняття гіпотези, їх властивість. Априорна оцінка гіпотез. Визначення повної ймовірності. Переоцінка гіпотез після досліду (постаприорна оцінка) з допомогою формули Байєса.

Тема 4. Повторення дослідів. Теореми Бернуллі.

Загальна постановка дослідів в однакових і різних умовах з бінарним результатом та множиною результатів в одному досліді. Формули визначення ймовірностей появи подій за різних способів проведення дослідів. Поняття твірної функції.

Тема 5. Випадкові величини: поняття, види. Функція та закон розподілу. Основні числові характеристики.

Розкривається поняття випадкової величини. Класифікація випадкових подій. Поняття функції випадкової величини та способи її задання. Властивості функції випадкової величини. Поняття закону розподілу випадкової величини та способи його задання. Елемент ймовірності. Властивості випадкової величини. Визначення основних числових характеристик випадкових величин: початкових, центральних та абсолютних моментів. Їх зміст.

Тема 6. Дискретна випадкова величина.

Наводяться приклади дискретних випадкових величин. Розглядається табличний спосіб задання закону розподілу та функції розподілу дискретної випадкової величини. Графічне зображення закону розподілу та функції розподілу дискретної випадкової величини. Знаходження основних числових характеристик дискретних випадкових величин.

Тема 7. Неперервна випадкова величина.

Наводяться приклади неперервних випадкових величин. Розглядається спосіб задання закону розподілу та функції розподілу дискретної випадкової величини. Графічне зображення закону розподілу та функції розподілу неперервної випадкової величини. Знаходження основних числових характеристик неперервних випадкових величин.

Змістовний модуль 2

Тема 8. Приклади законів розподілу випадкових величин.

Розглядаються основні найчастіше вживані і найкраще вивчені випадкові величини, їх закони розподілу (рівномірний; Бернуллі; показниковий; Пуассона; логнормальний), функції розподілу, способи задання, параметри, основні числові характеристики, табличне задання (якщо таке існує для розглядуваного закону розподілу). Визначення ймовірності попадання в задану точку та на заданий інтервал.

Тема 9. Нормальний закон розподілу випадкової величини.

Розглядається нормальний закон розподілу та стандартний нормальний закон розподілу. Стандартизація даних. Графіки обох законів розподілу та графіки функцій розподілу. Локальні таблиці (закону розподілу нормального стандартного) та інтегральні таблиці Муавра-Лапласа; способи визначення значення функції стандартного нормального закону розподілу для таблиць з д значеннями інтегралу з нижньою межею мінус безкінечність та нуль. Приклади задач з розв'язками.

Тема 10. Системи випадкових величин. Поняття кореляції та регресії

Розглядається сукупність випадкових величин, яку називають системою. Геометрична інтерпретація випадкової точки системи випадкових величин. Визначення функції значення функції розподілу в заданій точці аналітичне та геометричне. Графіки законів деяких систем випадкових величин. Розглядаються

функціонально пов'язані випадкові величини та корельовані величини. Розкривається поняття корельованості та незалежності. Способи визначення незалежності та некорельованості. Закон розподілу нормальних корельованих випадкових величин.

Тема 11. Функції випадкових величин.

Розкривається поняття функції випадкових величин, оберненої функції. Знаходження закону розподілу нової випадкової величини, над якою зроблено перетворення. Поняття лінійного перетворення та властивості випадкової величини, над якою зроблено лінійне та нелінійне перетворення. Особливі випадки знаходження параметрів нової випадкової величини на базі знань параметрів аргументу та аналітичного виразу функції перетворення випадкової величини.

Тема 12. Граничні теореми теорії ймовірностей.

Розглядається клас задач та теорем, які об'єднуються під однією назвою граничних теорем. Теореми Бернуллі. Інтегральна та локальна функції Лапласа. Лема та теорема Чебишева тощо.

Методи, методики та технології: загальнонаукові методи пізнання та дослідницької діяльності, математичні та статистичні методи економічного аналізу, економіко-математичне моделювання, інформаційно-комунікаційні технології досліджень, розповсюдження, та презентацій результатів досліджень.

Інструментарій та обладнання: сучасне інформаційно-комунікаційне обладнання, інформаційні системи та програмні продукти, що застосовуються у професійній діяльності.

4. Структура навчальної дисципліни для:

- повного терміну денної (заочної) форми навчання;
- скороченого терміну денної (заочної) форми навчання.

Назви змістових модулів 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	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Модуль 1												
Тема 1. Випадкові події. Поняття, класифікація. Комбінаторика.	5	2		2		1						
Тема 2. Поняття ймовірності. Класичне, статистичне та геометричне означення ймовірності. Теореми додавання та множення ймовірностей.	7	2		2		3						
Тема 3. Теорія гіпотез. Поняття гіпотез. Повна ймовірність. Формула Байеса.	7	2		2		3						

Тема 4. Повторення дослідів. Теорема Бернуллі.	10	2		4		4						
Тема 5. Випадкові величини: поняття, види. Функція та закон розподілу. Основні числові характеристики. Дискретна випадкова величина: способи задання, числові характеристики	8	3	-	2		3						
Тема 6. Неперервна випадкова величина: способи задання; числові характеристики	8	3		2		3						
Разом за модулем 1	45	14		14		17						
Модуль 2												
Тема 7. Приклади законів розподілу випадкових величин: рівномірний; Бернуллі; показниковий; Пуассона; логнормальний	8	3		2		3						
Тема 8. Нормальний закон розподілу випадкової величини. Стандартний нормальний закон розподілу.	11	4		4		3						
Тема 9. Системи випадкових величин. Поняття кореляції та регресії	10	4		4		2						
Тема 10. Функції випадкових величин	7	2		2		2						
Тема 11. Граничні теореми теорії ймовірностей	9	3		4		3						
Разом за змістовим модулем 2	45	16		16		13						
Усього годин	90	30		30		30						

**5. Теми практичних занять
(Відсутній вид робіт за навчальним планом)**

**6. Теми семінарських занять
(Відсутній вид робіт за навчальним планом)**

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Комбінаторика. Основна теорема комбінаторики	2
2	Тема 2. Випадкові події. Класична формула ймовірності	2

3	Тема 3. Теорія гіпотез.	2
4	Тема 4. Повторення дослідів. Теорема Бернуллі.	4
5	Тема 5. Дискретна випадкова величина	2
6	Тема 6. Неперервна випадкова величина	2
7	Тема 7. Закони розподілу випадкових величин	2
8	Тема 9. Нормальний закон розподілу	4
9	Тема 10. Системи випадкових величин	4
10	Тема 11. Функції випадкових величин	2
11	Тема 12. Граничні теореми теорії ймовірностей	4
Всього:		30

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1		
1-2	Поглиблення знань з основних теоретичних питань з комбінаторик, визначень ймовірностей та основних теорем теорії ймовірностей (теоретичне завдання, практична реалізація)	4
2	Поглиблення знань по темі «Теорія гіпотез» (теоретичне завдання, практична реалізація)	3
3	Поглиблення знань по темі «Повторення дослідів. Теорема Бернуллі» теоретичне завдання, практична реалізація)	4
4	Поглиблення знань по темі «Випадкова величина. Дискретна та неперервна випадкова величина» (теоретичне завдання, практична реалізація)	6
Модуль 2		
1	Поглиблення знань по темі «Приклади законів розподілу випадкових величин» . (теоретичне завдання, практична реалізація, опитування)	3
2	Поглиблення знань по темі «Нормальний закон розподілу» (теоретичне завдання, практична реалізація, опитування)	3
3	Поглиблення знань по темі «Системи випадкових величин. Поняття кореляції та регресії» (теоретичне завдання, практична реалізація, опитування)	2
4	Поглиблення знань по темі «Функції випадкових величин» (теоретичне завдання, практична реалізація, опитування)	2
5	Поглиблення знань по темі «Граничні теореми теорії ймовірностей» . (теоретичне завдання, практична	3

	реалізація, опитування)	
	Разом	30

9. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

Зразок

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ			
ОКР Бакалавр напряму підготовки «Економічна кібернетика»	Кафедра економічної кібернетики 2021-2022 навч. рік	ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1 з дисципліни «Теорія ймовірностей та математична статистика» Ч.1. Теорія ймовірностей	Затверджую Зав. кафедри (підпис) Жерліцин Д.М. 29.11.2021 р.
<i>Екзаменаційні запитання</i>			
1. Системи неперервних випадкових величин. Поняття, закон та функція розподілу			
<i>Тестові завдання різних типів</i>			

1. Ймовірність події «Влучення стрілка в ціль» дорівнює 0,7. Яка ймовірність протилежної події?

1	- 0,7
2	- 0,3
3	- 0
4	- 1

2. Визначити вірну числову характеристику для рівномірно розподіленої неперервної випадкової величини

1	- $M(x) = \frac{a+b}{2}$
2	- $D(x) = \frac{1}{\lambda^2}$
3	- $\sigma(x) = \frac{1}{\lambda}$

3. Якщо на карточках написані 6 літер: т,е,о,р,і,я і з них обирають навмання одну карточку, яка ймовірність того, що це буде голосна літера?

1	- 2
2	- 1
3	- 4/6
4	- 1/2

4. Поставте у відповідність для отримання коректного визначення:

1.	- Теорія ймовірностей - це	а) математична наука, яка вивчає закономірності у випадкових явищах.
2.	- Математична статистика - це	б) розділ математики, що вивчає закономірності, які мають місце в масових явищах і статистичних сукупностях.

5. Є 7 претендентів на пост голови комісії: 3 жінки і 4 чоловіка. Яка ймовірність того, що обраним буде чоловік?

1	4/7
2	0
3	7/4
4	1

6. Дві несумісні події, які утворюють повну групу, називаються:

1	- елементарними
2	- залежними
3	- протилежними
4	- рівними

7. Продовжити фразу! Константа виноситься за знак математичного сподівання

8. Закон масових рідкісних величин – це закон розподілу ...

9. Вибрати і розподілити закони розподілу за видами:

А. Дискретні	1. Пуассона; 2. Бернуллі; 3. Нормальний; 4. Логнормальний; 5.
В. Неперервні	Рівномірний; 6. Показниковий

10. Умовний закон розподілу – це закон розподілу однієї випадкової величини за умови, що інша:

1	- ще не настала;
2	- настане у майбутньому;
3	- уже настала;
4	- ніколи не настане

10. Індивідуальні завдання

З метою кращого засвоєння курсу теорія ймовірностей та математична статистика та інтенсифікації самостійної роботи студентам пропонується індивідуальна розрахункова робота, яка містить завдання з усіх розділів дисципліни. Контроль за виконанням проводиться у два етапи: 1) попередня перевірка правильності письмового розв'язку задач та прикладів; 2) захист розрахункової роботи (усний чи письмовий).

Тема 1. Елементи комбінаторики. Випадкові події

1. При яких А і В можлива рівність $AB=A$?

2. При яких A і B можлива рівність $A-B=A$?
3. При яких A і B можлива рівність $A+B=A$?
4. При яких A і B можлива рівність $A+B=A$?
5. При яких A і B можлива рівність $A+B=AB$?

Тема 2. Означення ймовірності події. Обчислення ймовірностей

1. У ящику 10 куль з номерами від 1 до 10. Дістали одну кулю. Яка ймовірність того, що її номер не перевищує 10?

(**Відповідь:** $P(A) = 1$, подія A є достовірною).

2. В урні 15 куль: 5 білих, 6 чорних і 4 синіх. Яка ймовірність дістати: а) білу; б) чорну; в) синю кулю?

(**Відповідь:** а) $1/3$, б) $2/5$, в) $4/15$).

3. В урні знаходиться 3 червоних, 8 чорних і 9 синіх куль. Яка ймовірність дістати: а) червону; б) чорну; в) синю кулю?

(**Відповідь:** а) $3/20$; б) $8/20$; в) $9/20$).

4. Монету підкидають двічі. Знайти ймовірність того, що хоча б один раз з'явиться герб.

(**Відповідь:** $3/4$).

5. Підкидається гральний кубик. Знайти ймовірність: а) появи 3-х очок; б) більше 3-х очок; в) менше 3-х очок; г) парного числа очок; д) непарного числа очок?

(**Відповідь:** а) $1/6$; б) $1/2$; в) $1/3$; г) $1/2$; д) $1/2$).

6. Проводиться випробування агрегату для виробництва комбікормів для ВРХ, який складається з трьох паралельних ліній. За час t ймовірність безвідмовної роботи лінії I дорівнює 0,23, лінії II – 0,27, лінії III – 0,32. Знайти ймовірність безвідмовної роботи всього агрегату за час t .

(**Відповідь:** 0,82).

7. Ймовірність того, що студент складе іспити на відмінно, дорівнює 0,2; на добре – 0,4; на задовільно – 0,3; на не задовільно – 0,1. Визначити ймовірність того, що студент складе іспити.

(**Відповідь:** 0,9).

8. В урні знаходиться 20 куль, причому 8 з них білі, решта – чорні. Визначити ймовірність того, що з чотирьох навмання вибраних куль усі виявляться одного кольору.

(**Відповідь:** 0,117).

9. На полиці в бібліотеці у випадковому порядку розташовано 15 підручників, причому 5 з них в обкладинці. Бібліотекар бере навмання 3 підручники. Знайти ймовірність того, що хоча б один з узятих підручників виявиться в обкладинці (подія А).

(*Відповідь:* 67/91).

10. В ящику 10 деталей, з яких 4 першого сорту. Робітник навмання взяв 3 деталі. Знайти ймовірність того, що хоча б одна з узятих деталей першого сорту.

(*Відповідь:* 5/6).

11. Два стрільці зробили по одному пострілу в мішень. Ймовірність влучення в мішень першого стрільця $P(A)=0,2$, другого – $P(B)=0,6$. Знайти ймовірність влучення в мішень хоча б одного стрільця.

(*Відповідь:* 0,88).

12. На складальну дільницю надходять деталі з трьох підприємств, причому, перше постачає 50%, друге – 20% і третє – 30% всієї кількості. Ймовірність браку першого, другого та третього підприємств відповідно дорівнює 0,05; 0,15; 0,1. Яка ймовірність того, що чергова деталь, яка поступила на дільницю, виявиться бракованою?

(*Відповідь:* 0,085).

13. В умовах попереднього прикладу визначити ймовірність того, що чергова деталь надійшла із першого, другого і третього підприємств, якщо вона виявилася бракованою.

(*Відповідь:* 5/17; 6/17; 6/17).

14. В урну, що містить 2 кулі, опущено білу кулю, після чого з неї навмання вилучено одну кулю. Знайти ймовірність того, що вийнята куля виявиться білою, якщо рівно можливі усі можливі припущення про початковий склад куль (за кольором).

(*Відповідь:* 2/3).

15. На складі є 20 нових та 7 використаних інструментів. Першій зміні робітників випадковим чином видається два інструменти, які після роботи повертаються на склад. Друга зміна отримує три інструменти. Яка ймовірність того, що друга зміна одержить три нових інструменти?

(*Відповідь:* 0,31).

Тема 3. Повторення дослідів

1. Яка ймовірність того, що в партії з 12 виробів не буде жодного дефектного, якщо ймовірність дефекту виробу дорівнює 1/9?

(*Відповідь:* 0,243).

2. Яка ймовірність того, що при 10 підкиданнях грального кубика шістка випаде не більше трьох разів?

(Відповідь: 0,93).

3. При транспортуванні винограду з кожних ста ящиків один виявляється із зіпсованим виноградом. Визначити ймовірність того, що з трьох ящиків з виноградом, які надійшли в магазин: 1) в жодному з ящиків не буде зіпсованого винограду; 2) в одному ящику зіпсований виноград; 3) виноград зіпсувався у двох ящиках; 4) виноград зіпсувався в усіх трьох ящиках.

(Відповідь: 0,73; 0,0243; 0,00027; 0,000001).

4. Батарея виконала 6 пострілів по об'єкту. Ймовірність влучення в об'єкт при одному пострілі дорівнює 0,3. Знайти: 1) Найвірогідніше число влучень; 2) ймовірність найвірогіднішого числа влучень; 3) ймовірність того, що об'єкт буде зруйновано, якщо для цього достатньо хоча б двох влучень.

(Відповідь: 1) $k_0=1$; 2) $P_6(1)=0,324$; 3) $p=1-q=0,58$).

5. При виробництві деякої продукції ймовірність виготовлення виробу 1-го сорту приймається рівною 0,64. Визначити ймовірність того, що із 100 навмання взятих виробів 70 будуть 1-го сорту.

(Відповідь: 0,0038).

Тема 4. Випадкові величини

1. Комплекс для виробництва силосу складається з трьох незалежно працюючих ліній. Ймовірність виходу з ладу кожної лінії протягом місяця дорівнює 0,1. Скласти закон розподілу числа ліній, що вийшли з ладу протягом місяця.

Відповідь:

X	0	1	2	3
P	0,729	0,243	0,027	0,001

2. У партії деякої продукції на кожні 100 виробів в середньому 75 виробів вищого сорту. Написати біномний закон розподілу дискретної випадкової величини X – числа виробів вищого сорту серед п'яти навмання відібраних і побудувати багатокутник знайденого розподілу.

Відповідь:

X	0	1	2	3	4	5
P	1/1024	15/1024	90/1024	270/1024	405/1024	243/1024

3. Дві гральні кості одночасно підкидаються 2 рази. Написати біномний закон розподілу дискретної випадкової величини X – числа випадань парного числа очок на двох гральних костях.

Відповідь:

X	0	1	2
P	9/16	6/16	1/16

4. Один із 7 ключів відмикає замок. Скласти закон розподілу числа спроб при відмиканні замка, якщо використаний ключ у подальших спробах використовується знову.

Відповідь:

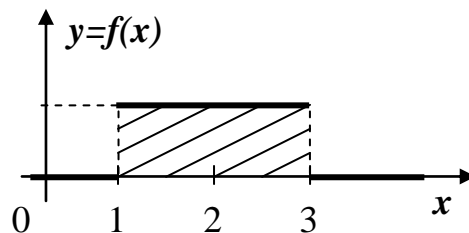
X	1	2	3	n
P	1/7	6/7·1/7	(6/7) ² ·1/7	(6/7) ⁿ⁻¹

5. 3 гармати стріляють по мішені до першого влучення. Ймовірність влучення в ціль $p=0,6$. Знайти закон розподілу випадкової величини X – кількості пострілів – і ймовірність того, що влучення настане при третьому пострілі.

Відповідь:

X	1	2	3	...	k	...
P	0,6	0,4·0,6	0,4 ² ·0,6	...	0,4 ^k ·0,6	...

6. Випадкова величина X має щільність розподілу $f(x)$, графік якої зображено на рис.



- 1) Обчислити значення C .
- 2) Записати аналітичний вираз для $f(x)$; як називається такий закон розподілу.
- 3) Знайти функцію розподілу $F(x)$ та побудувати її графік.
- 4) Знайти числові характеристик X .
- 5) Визначити ймовірність попадання випадкової величини X в інтервал $(0;2)$.

Відповідь:

1) $C = \frac{1}{2}$;

$$2) f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 1, \\ \frac{1}{2} & \text{при } 1 < x \leq 3, \\ 0 & \text{при } x > 3. \end{cases}$$

отже, випадкова величина X розподілена рівномірно;

$$3) F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 1, \\ \frac{x-1}{2} & \text{при } 1 < x \leq 3, \\ 1 & \text{при } x > 3. \end{cases}$$

$$4) M(X) = 2, \quad D(X) = \frac{1}{3}, \quad \sigma(X) = \frac{1}{\sqrt{3}};$$

$$5) P(0 < X < 2) = \frac{1}{2}.$$

7. Випадкових величин X рівномірно розподілена в інтервалі (2;8). Знайти:

- 1) щільність розподілу X ;
- 2) функцію розподілу;
- 3) числові характеристики X ;
- 4) ймовірність того, що величина X набуде значення з інтервалу (0;5).

Відповідь:

$$1) f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 2, \\ \frac{1}{6} & \text{при } 2 < x \leq 8, \\ 0 & \text{при } x > 8. \end{cases}$$

$$2) F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 2, \\ \frac{x-2}{6} & \text{при } 2 < x \leq 8, \\ 1 & \text{при } x > 8. \end{cases}$$

$$3) M(X) = 5, \quad D(X) = 3, \quad \sigma(X) = \sqrt{3};$$

$$4) P(0 < X < 5) = \frac{1}{2}.$$

8. Автобус ходить з інтервалом у 10 хвилин. Пасажи́р підходить до зупинки в деякий випадковий момент часу. Знайти ймовірність того, що цей пасажир чекатиме чергового автобуса менше 4 хвилин.

Відповідь: $P(1 < X < 10) = 0,4$.

9. Поїзди даного маршруту міського трамвая йдуть з інтервалом у 5 хвилин. Пасажи́р підходить до зупинки в деякий момент часу. Знайти ймовірність появи

пасажира не раніше ніж через хвилину після відправлення попереднього поїзда, але не пізніше за дві хвилини до приходу наступного.

Відповідь: $P(1 < X < 3) = \frac{1}{5}$.

10. НВВ X розподілена за показниковим законом, заданим щільністю ймовірності

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0, \\ 0,04 \cdot e^{-0,04x} & \text{при } x \geq 0. \end{cases}$$

Знайти:

- 1) функцію показникового розподілу;
- 2) числові характеристики НВВ X ;
- 3) ймовірність того, що величина X набуде значення з інтервалу (1;2).

Відповідь:

1)

$$F(X) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0, \\ 1 - e^{-0,04x} & \text{при } x \geq 0. \end{cases}$$

2) $M(X)=25, D(X)=625, \sigma(X)=25$;

3) $P(1 < X < 2) = 0,038$.

11. Математичне сподівання нормальнорозподіленої випадкової величини X дорівнює $a=3$, середнє квадратичне відхилення $\sigma=2$. Знайти щільність ймовірності X , побудувати графік, знайти ймовірність того, що величина прийме значення в інтервалі від 2 до 3.

Тема 5. Системи випадкових величин

Тема 6. Функція випадкових величин

1. Дискретна випадкова величина (ДВВ) задана законом розподілу:

X	-3	-2	2	3
P	0,3	0,1	0,2	0,4

Знайти:

- 1) Закон розподілу ДВВ $Y=X^2$;
- 2) Математичне сподівання $M(X)$;
- 3) Математичне сподівання $M(Y)$.

Відповідь:

1)

Y	4	9	Контроль
P	0,3	0,7	0,3+0,7=1

2) 0,5;

3) 7,4.

2. Незалежні дискретні величини X та Y мають математичне сподівання $M(X)=2$ і $M(Y)=5$.

Знайти математичне сподівання величини $Z=4X-3Y$.

Відповідь: -7.

3. Незалежні дискретні випадкові величини X та Y мають математичне сподівання $M(X)=5$ і $M(Y)=4$. Знайти математичне сподівання величини $Z=3X(Y+8)$.

Відповідь: 180.

4. Дискретна випадкова величина X набуває трьох можливих значень: $x_1=4$ з імовірністю $p_1=0,5$; $x_2=6$ з імовірністю $p_2=0,3$ з імовірністю p^3 . Знайти x^3 і p^3 , знаючи, що $M(X)=8$.

Відповідь: $x^3=21$; $p^3=0,2$.

5. Заробітна плата працівників цеху розподіляється таким чином:

Зарплата (грн)	80	90	100	110	120	130
Число працівників	10	25	40	50	50	25

Обчислити середню заробітну плату працівників.

Відповідь: $M(X)=109$ (грн).

6. Випадкова величина задана функцією розподілу ймовірностей

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ \frac{1}{2}(1 - \cos(x)) & \text{при } 0 < x \leq \pi, \\ 1 & \text{при } x > \pi. \end{cases}$$

Знайти щільність розподілу $f(x)$ та побудувати графік.

Відповідь:

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ \frac{1}{2} \sin(x) & \text{при } 0 < x \leq \pi, \\ 0 & \text{при } x > \pi. \end{cases}$$

7. Випадкова величина задана функцією розподілу

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ x^2 & \text{при } 0 < x \leq 1, \\ 1 & \text{при } x > 1. \end{cases}$$

Знайти щільність розподілу $f(x)$ та побудувати графік.

Відповідь:

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ 2x & \text{при } 0 < x \leq 1, \\ 0 & \text{при } x > 1. \end{cases}$$

8. НВВ X задана щільністю розподілу ймовірностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq -\frac{\pi}{2}, \\ \frac{1}{2} \cos(x) & \text{при } -\frac{\pi}{2} < x \leq \frac{\pi}{2}, \\ 0 & \text{при } x > \frac{\pi}{2}. \end{cases}$$

Визначити ймовірність того, що в результаті випробування НВВ X набуде значення з інтервалу $\left(0, \frac{\pi}{4}\right)$.

Відповідь: $\frac{\sqrt{2}}{4}$.

9. НВВ X задана щільністю розподілу ймовірностей

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 1, \\ \ln(x) & \text{при } 1 < x \leq e, \\ 0 & \text{при } x > e. \end{cases}$$

Визначити ймовірність того, що НВВ набуде значення з інтервалу $(1;2)$.

Відповідь: $(2 \cdot \ln(2) - 1)$.

5. Задана щільність розподілу ймовірностей НВВ X :

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 1, \\ Cx - \frac{1}{2} & \text{при } 1 < x \leq 2, \\ 0 & \text{при } x > 2. \end{cases}$$

Знайти: 1) сталий параметр C ;
2) функцію розподілу НВВ X .

Відповідь: 1) $C=1$;

$$2) F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 1, \\ \frac{1}{2}(x^2 - x) & \text{при } 1 < x \leq 2, \\ 1 & \text{при } x > 2. \end{cases}$$

Тема 7. Граничні теореми теорії ймовірностей

1. Оцінити ймовірність того, що випадкова величина X відхилиться від свого математичного сподівання

- 1) не менш ніж на два середніх квадратичних відхилення;
- 2) менше ніж на чотири середніх квадратичних відхилення.

Відповідь: 1) $1/4$; 2) $15/16$.

2. Оцінити ймовірність того, що випадкова величина X відхилиться від свого математичного сподівання

- 1) не менш ніж на три середніх квадратичних відхилення;
- 2) не менше ніж на чотири середніх квадратичних відхилення.

Відповідь:

1) $8/6$; 2) $1/4$.

3. Тижнева потреба електроенергії на підприємстві є випадкова величина, математичне сподівання якої дорівнює 2000 квт-год, а дисперсія 20000. Оцінити ймовірність того, що найближчого тижня витрата електроенергії на цьому підприємстві перебуватиме у межах від 1500 до 2500 квт-год.

Відповідь: $P(|X - 2000| < 500) \geq 0,92$.

4. Лінія для виробництва комбікормів складається з 10 незалежно працюючих агрегатів. Ймовірність відмови кожного агрегату за час T дорівнює 0,5. Оцінити ймовірність того, що абсолютна величина різниці між числом агрегатів, які відмовили за час T та середнім числом (математичним сподіванням) відмов за час T буде: 1) менше двох; 2) не менше двох.

Відповідь: 1) $(|X-0,5| < 2) \geq 0,88$; 2) $(|X-0,5| \geq 2) \leq 0,12$.

5. Вважаючи ймовірність визрівання стеблини кукурудзи з трьома качанами рівною $3/4$, оцінити ймовірність того, що серед 3000 стеблин дослідної ділянки число стеблин з трьома качанами буде не менше 2190 і не більше 2310.

Відповідь: $(|X-2250| < 60) \geq 0,84$.

11. Контрольні запитання для самостійної роботи:

Тема 1. Основні поняття теорії ймовірностей.

1. Дайте визначення випадкової події.
2. Які події називаються: а) достовірними? б) рівноможливими? в) несумісними? г) протилежними? Наведіть приклади.
3. Чи є протилежні події несумісними?
4. Чи є несумісні події протилежними?
5. Дайте визначення імовірності випадкової події.
6. Як підрахувати імовірність події за класичною формулою?
7. Що розуміють під повною групою подій? Наведіть приклади.
8. Чи завжди можна визначити імовірність випадкової події за класичною формулою?
9. Як пов'язані між собою імовірність і частота появи події?

Тема 2. Операції над подіями. Теореми теорії ймовірностей.

Основні формули теорії ймовірностей.

1. Як визначити імовірність суми сумісних подій?
2. Чи може сума двох подій збігатися з їх добутком?
3. Наведіть приклади залежних і незалежних подій.
4. Що розуміють під умовною ймовірністю події?
5. Як визначається імовірність добутку двох подій?
6. В яких випадках для визначення імовірності застосовується формула Бернуллі?
7. Дайте визначення найімовірнішого числа появ події.
8. Як обчислити найімовірніше число появ події?
9. Чим розрізняються задачі, в яких потрібне застосування локальної та інтегральної граничних теорем?
10. В яких випадках замість формули Бернуллі використовується формула Пуассона?

Тема 3. Випадкова величина і її закони розподілу

1. Дайте визначення випадкової величини.

2. Яка випадкова величина називається дискретною? Наведіть приклади.
3. Яка випадкова величина називається безперервною?
Наведіть приклади.
4. Яка випадкова величина називається змішаною?
5. Що розуміють під терміном «закон розподілу»? В яких формах може бути представлений закон розподілу випадкової величини?
6. Чи може функція розподілу бути: а) більше одиниці; б) від'ємною?
7. Що розуміють під щільністю розподілу випадкової величини?
8. Чому не має сенсу поняття щільності розподілу для дискретної випадкової величини?
9. Яка розмірність щільності розподілу?
10. Перелічіть властивості щільності розподілу.
11. Як знайти значення функції розподілу через ряд розподілу?
12. Як знайти ймовірність влучення випадкової величини на інтервал значень, якщо відомо функцію розподілу? Щільність розподілу?

Тема 4. Числові характеристики випадкової величини

1. Назвіть основні числові характеристики випадкових величин.
2. Як пов'язані між собою математичне сподівання і середнє арифметичне значень випадкової величини?
3. Математичне сподівання - випадкова величина чи ні?
4. Чи є дисперсія випадковою величиною?
5. Як математичне сподівання і дисперсія характеризують випадкову величину?
6. Чим зумовлене ручне застосування замість дисперсії середнього квадратичного відхилення?
7. В яких одиницях вимірюють математичне сподівання?
8. В яких одиницях вимірюють дисперсію?
9. Чому дорівнює математичне сподівання невідповідної величини C ?
10. Як мода і медіана характеризують випадкову величину?

Тема 5. Найбільш важливі для практики закони розподілу випадкових величин.

1. Яким умовам повинні задовольняти повторні незалежні випробування?
2. Як визначають числові характеристики випадкової величини, розподіленої за законом Бернуллі?
3. Який зв'язок існує між біноміальним і пуассонівським розподілами?
4. Яким умовам повинна задовольняти випадкова величина, підпорядкована закону Пуассона?
5. Як визначають числові характеристики закону розподілу Пуассона?
6. Якими параметрами визначається експонентний закон розподілу випадкової величини?
7. Скільки параметрів має щільність імовірності випадкової величини, розподіленої за нормальним законом розподілу?

8. Якими параметрами визначається нормальний закон розподілу випадкової величини?
9. Як змінюється графік нормального закону із зміною середнього квадратичного відхилення випадкової величини?
10. Як визначити ймовірність влучення нормально розподіленої випадкової величини на задану ділянку?
11. Поясніть ймовірнісний смисл параметрів нормального розподілу.
12. Поясніть смисл центральної граничної теореми.

Тема 6. Система випадкових величин. Закони розподілу і числові характеристики системи.

1. Що являє собою багатомірна випадкова величина?
2. Що являє собою функція розподілу системи двох випадкових величин? Перелічіть її властивості.
3. Перелічіть числові характеристики системи двох випадкових величин.
4. Що характеризує кореляційний момент системи двох випадкових величин?
5. Для чого використовується коефіцієнт кореляції?
6. Перелічіть теореми про числові характеристики.
7. Чому дорівнює середнє квадратичне відхилення добутку невідповідної величини C на випадкову величину X ?
8. Сформулюйте теорему додавання математичних сподівань для випадкових величин: а) залежних і незалежних; б) корельованих і некорельованих.
9. Чому дорівнює математичне сподівання добутку двох незалежних випадкових величин?

Тема 7. Закон великих чисел.

1. Що називається законом великих чисел? Поясніть смисл цієї назви.
2. Яка роль закону великих чисел у теорії ймовірностей?
3. У чому полягає принцип практичної впевненості?
4. Поясніть смисл поняття «рівень значущості».
5. Сформулюйте теорему Чебишева і поясніть, в чому полягає її практичний зміст.
6. Сформулюйте теорему Бернуллі і поясніть, в чому полягає її практичний зміст.
7. Чи можна стверджувати, що при нескінченно великій кількості дослідів n частота появи події дорівнює її ймовірності? Обґрунтуйте відповідь.

12. Методи навчання

При викладанні навчальної дисципліни використовуються такі методи навчання:

М1. Лекція (дискусія, проблемна)

М2. Практична робота

М3. Проблемне навчання

М4. Проектне навчання(індивідуальне, малі групи, групове)

М5. Он-лайн навчання

Та методи контролю:

МК1. Тестування

МК2. Контрольне завдання

МК3. Розрахункова робота

МК4. Методи усного контроль

МК5. Залік

13. Форми контролю

Кожна з форм контролю має особливості й залежить від мети, змісту та характеру навчання.

У процесі навчання дисципліни використовуються наступні форми контролю:

- Поточний контроль: усне опитування (індивідуальне, фронтальне, групове), комп'ютерне тестування, виконання розрахункових на комп'ютері згідно програми;
- Підсумковий контроль: тестування (залік) та екзамен (теоретичне завдання, практичне завдання, опитування - співбесіда)

14. Розподіл балів, які отримують студенти. Оцінювання студента відбувається згідно «Положенням про екзамени та заліки у Національному університеті біоресурсів і природокористування України» від 27.12.2019 р. протокол № 5 з табл. 1.

Видами контролю знань є поточний контроль, проміжна та підсумкова атестації.

Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості здобувачів вищої освіти до виконання конкретної роботи.

Проміжна атестація проводиться після вивчення програмного матеріалу кожного змістового модуля. Навчальний матеріал дисципліни поділяється на два змістові модулі.

Проміжна атестація має визначити рівень знань здобувачів вищої освіти з програмного матеріалу змістового модуля (рейтингова оцінка із змістового модуля), отриманих під час усіх видів занять і самостійної роботи.

Засвоєння здобувачем вищої освіти програмного матеріалу змістового модуля вважається успішним, якщо рейтингова оцінка його становить не менше, ніж 60 балів за 100-бальною шкалою.

Після проведення проміжних атестацій з двох змістових модулів і визначення їх рейтингових оцінок визначається рейтинг здобувача вищої освіти з навчальної роботи $R_{НР}$ (не більше 70 балів) за формулою:

$$R_{НР} = \frac{0,7 \times (R_{3М}^1 \cdot K_{3М}^1 + R_{3М}^2 \cdot K_{3М}^2)}{K_{ДИС}},$$

де:

$R_{3М}^1, R_{3М}^2$ – рейтингові оцінки із змістових модулів за 100-бальною шкалою;

$K_{3М}^1, K_{3М}^2$ – кількість кредитів Європейської кредитної трансферно накопичувальної системи (ЄКТС) (або годин), передбачених робочим навчальним планом для відповідного змістового модуля.

Рейтинг здобувача вищої освіти з навчальної роботи округлюється до цілого числа.

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{ДИС}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{НР}$ (до 70 балів): $R_{ДИС} = R_{НР} + R_{АТ}$.

Таблиця 1. Співвідношення між рейтингом здобувача вищої освіти і національними оцінками

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна за результатами складання:	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-63	Незадовільно	Не зараховано

11. Методичне забезпечення

1. Скрипник А.В., Галаєва Л.В., Кравченко К.Я. «Вища та прикладна математика» Розділ «Теорія ймовірностей та математична статистика» – Методичний посібник. К: «Аграр Медіа Груп». – 2012. – 144 с.
<http://elibrary.nubip.edu.ua/16947/>

12. Рекомендована література Основна

1. Барковський В.В., Барковська Н.В., Лопатін О.К. Теорія ймовірностей та математична статистика. – К.: ЦУЛ, 2002. – 448 с.
2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М. (будь-яке видання).
3. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей. Задачи и упражнения. – М.: Наука, 1973.
4. Волощенко А.Б., Джалладова І.А. Теорія ймовірностей та математична статистика. – К.: КНЕУ, 2003. – 256 с.
5. Гихман И.И., Скороход А.В., Ядренко М.И. Теория вероятностей и математическая статистика. – К.: Вища школа, 1979. – 408 с.
6. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высшая школа, 2004. – 479 с.
7. Кадієвський В.А. Чернушенко Й.І. Теорія ймовірностей. К.: НАУ. 2001. – 107 с.
8. Лопатін О.К. Теорія ймовірностей та математична статистика. – К.: Національна академія управління, 2001.
9. Скрипник А.В., Галаєва Л.В., Коваль Т.В., Шульга Н.Г. Практикум «Теорія ймовірності» К.: ВЦ"Компринт" 2019. – 464 с.
10. Скрипник А.В., Галаєва Л.В., Коваль Т.В., Шульга Н.Г. Теорія ймовірностей, імовірнісні процеси та математична статистика / К.: ТОВ ЦП КОМПРИНТ, 2016. – 320 с.
11. Черняк О.І., Обушна О.М., Ставицький А.В. Теорія ймовірностей та математична статистика. Збірник задач. – К.: Знання, 2002. – 199 с.
12. Шефтель З.Г. Теорія ймовірностей. – К.: Вища школа, 1994. – 192 с.

Допоміжна

1. Білоцерківський О. Б. Теорія ймовірностей і математична статистика : практикум для студентів спеціальності 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність» / О. Б. Білоцерківський. – Харків : НТУ «ХП», 2018. – 170 с.
2. Бугір М.К. Теорія ймовірностей та математична статистика. – Тернопіль: Підручники та посібники, 1998. – 176 с.
3. Вища математика. Збірник задач. Ч.3. Навч. посібник / Укл.: В.Л. Копорулін, І.П. Заєць, І.Л. Шинковська, Л.Ф. Сушко. – Дніпро: НМетАУ, 2017. – 78 с.

4. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. – М.: Высшая школа, 1979. – 400с.
5. Добровольська К.В., Михалевич В.М. Д56 Практикум з теорії ймовірностей для студентів економічних спеціальностей: навчальний посібник / К.В. Добровольська, В.М. Михалевич – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 120 с.
6. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт (комп'ютерного практикуму) з дисципліни «Теорія ймовірностей і математична статистика» для студентів напряму підготовки 6.030601 «Менеджмент» студ. Видавн.-полігр. ін.-ту / Укл. О.І. Кушлик-Дивульська, Б.Р. Кушлик – К.: НТУУ «КПІ». – 2016. – 205с.
7. І.А. Рудоміно-Дусятська, Л.М. Козубцова, О.Ю. Пояркова, Т.В. Соловійова, В.Є. Сновида, Л.М. Цитрицька Теорія ймовірностей, теорія випадкових процесів та математична статистика (частина І). – К.: ВІПІ, 2018. – 187 с.
8. Скороход А.В. Елементи теорії ймовірностей та випадкових процесів. – К.: Вища школа, 1975. – 498 с.
9. Теорія імовірностей та математична статистика [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальностей 121 «Інженерія програмного забезпечення», 126 «Інформаційні системи та технології»/ Т. А. Ліхоузова; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,12 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 341 с.
- 10.
11. Турчин В.М. Математична статистика.–К.: Академія, 1999.
12. Удод В.О. Лекції по теорії ймовірностей та математичній статистиці. Суми, 1999. – 186с.
13. Щоголев С. А. Основи теорії ймовірностей та математичної статистики: навчально-методичний посібник / С. А. Щоголев. – Одеса : «Одеський національний університет імені І. І. Мечникова», 2015. – 206 с.

13. Інформаційні ресурси

<http://elibrary.nubip.edu.ua/16947/>
<http://eprints.kname.edu.ua/12075/>