Міністерство освіти і науки України
Сумський державний педагогічний університет
імені А.С. Макаренка

Кафедра математики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Декан
фізико-математичного факультету
_____ М.В.Каленик
(підпис) (ініціали та прізвище)
«31» серпня 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія ймовірностей і математична статистика
(назва навчальної дисципліни)

галузь знань 01 Освіта/ Педагогіка
(шифр і назва галузі знань)

спеціальність 014 Середня освіта (Інформатика)
(шифр і назва)

освітньо-професійна програма

Середня освіта (Інформатика)
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
(назва)

Мова навчання українська

Погоджено науково-методичною комісією фізико-математичного
факультету
«31» серпня 2021 р.
Голова _____ Одінцова О.О.,
канд. фіз.-мат. наук, доцент

Суми-2021

Розробники:

1. Розуменко А.О. – кандидат педагогічних наук, доцент
2. Хворостіна Ю.В. – кандидат фізико-математичних наук, доцент

Робоча програма розглянута і схвалена на засіданні кафедри математики

Протокол № 1 від «30» серпня 2021 р.

Завідувач кафедри _____ проф. Чашечникова О.С., доктор пед. наук, професор

Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Освітній рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td colspan="2">денна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 6,5</td><td rowspan="14">Бакалавр</td><td colspan="2">вибіркова</td></tr>
<tr><td rowspan="13">Загальна кількість годин - 195</td><td colspan="2">Рік підготовки:
4-й</td></tr>
<tr><td>Семестр:
7-й</td><td>Семестр:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td>44 год.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні заняття</td></tr>
<tr><td>42 год.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>107 год.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Консультації</td></tr>
<tr><td>2 год.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю:
екзамен</td></tr>
</table>

1. Мета вивчення навчальної дисципліни «Теорія ймовірностей і математична статистика»

Метою викладання навчальної дисципліни «Теорія ймовірностей та елементи математичної статистики» є формування у студентів знань, уміння і навичок, необхідних для розв’язування задач, в яких присутні елементи випадковості, для опрацювання результатів експериментів, в тому числі і педагогічних.

2. Передумови для вивчення дисципліни «Теорія ймовірностей і математична статистика»

До початку вивчення елементарної математики студенти повинні мати базові знання з дискретної математики та математичного аналізу.

3. Результати навчання за дисципліною «Теорія ймовірностей і математична статистика»

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати :

- поняття елементарної події, простору елементарних подій, алгебри подій, випадкової події, ймовірності випадкової події, попарної і сукупної залежності й незалежності випадкових подій, розподілу ймовірностей по множині елементарних подій;

поняття випадкової величини як функції, що визначає відображення простору елементарних подій,

- поняття про дискретні і недискретні випадкові величини і відповідні розподіли ймовірностей, способи описування одновимірних і багатовимірних розподілів ймовірностей, поняття числових характеристик розподілів ймовірностей, в першу чергу математичного сподівання, дисперсії, середнього квадратичного відхилення, кореляційного моменту, а також залежних і незалежних випадкових величин, корельованих і некорельованих випадкових величин, поняття функції випадкових аргументів, розподілу ймовірностей і числових характеристик функцій випадкових аргументів, поняття закону великих чисел;

- основні поняття математичної статистики – генеральна сукупність, вибірка, полігон, гістограма, статистичний розподіл ймовірностей та його описи за допомогою статистичного ряду, статистичної функції розподілу ймовірностей, спроможні, незміщені й ефективні оцінки розподілу ймовірностей, довірчі межі, довірчі ймовірності, критерії узгодження гіпотез із статистичними даними.

вміти:

- будувати імовірнісні моделі відповідно до конкретної постановки задач та їх математичного аналізу на підставі основних положень і закономірностей теорії множин, комбінаторики, теорем про ймовірність суми та добутку випадкових подій, формул повної ймовірності і Байєса, схем повторних незалежних випробувань;

- будувати математичні моделі, що приводять до дослідження одновимірних і багатовимірних розподілів ймовірностей та відповідних числових характеристик випадкових величин,

- застосовувати методи теорії ймовірностей до розв’язування модельних і прикладних задач, зокрема методу Монте-Карло до обчислення інтегралів, розв’язування систем рівнянь, дослідження імітаційних моделей різноманітних процесів і явищ;

- застосовувати нерівності Чебишова, теореми Бернуллі до аналізу послідовностей повторних незалежних випробувань, послідовностей випадкових величин.

- практично опрацьовувати статистичні дані, використовувати критерії узгодження Пірсона, Колмогорова, оцінювати імовірності за частотою, визначати статистичні числові характеристики, довірчі межі, довірчі імовірності, кількості необхідних спостережень для досягнення заданої точності оцінок при заданій довірчій імовірності.

4. Критерії оцінювання результатів навчання

100– бальна шкала	Критерії оцінювання навчальних досягнень студента
90 – 100	Студент у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань, вільно самостійно та аргументовано користується теоретичними знаннями; застосовує знання при розв'язуванні завдань, може пояснити хід розв'язання, аргументувати ефективність шляху їх виконання. Правильно розв'язує завдання контрольних робіт у межах понад 90%. Студент демонструє у наявності результати виконання всіх видів навчальної роботи, передбачених робочою програмою.
82 – 89	Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, в основному розкриває зміст теоретичних питань, розв'язує завдання, використовуючи при цьому обов'язкову літературу. При викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки. Правильно розв'язує більшість завдань контрольних робіт, що становить від 82 до 90%. Завдання практичних занять виконує у повному обсязі.
74 - 81	В цілому володіє навчальним матеріалом викладає його основний зміст під час усних виступів та письмових відповідей, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, ознайомлений з основними джерелами, допускає суттєві неточності та помилки. Правильно розв'язує частину завдань контрольних робіт, що становлять від 74 до 81%. Завдання практичних занять виконує у повному обсязі.
64 - 73	Вільно володіє матеріалом лекцій, але не може навести власних прикладів. Може виконати елементарні завдання з теми. Фрагментарно, поверхово без аргументації та обґрунтування відповідає на запитання, недостатньо розкриває зміст теоретичних питань та практичні завдання виконує з суттєвими неточностями, правильно розв'язує завдань контрольних робіт у межах від 64 до 73%. Виконує завдання практичних занять понад 64%.
60 – 63	Володіє матеріалом лекцій, не виявляє додаткове опанування та розширення знань. Знає основні поняття, відчуває труднощі у наведенні прикладів, аргументації положень, поясненні кроків розв'язання завдань. Розв'язує завдань контрольних робіт у межах від 60 до 63%
35 – 59	Студент не володіє теоретичним матеріалом з дисципліни, розв'язує прості практичні завдання. Допускає суттєві помилки, не може пояснити алгоритм розв'язування практичного завдання. Розв'язує завдань контрольних робіт у межах 36-59%
1 –34	Студент не володіє теоретичним матеріалом. Виконання практичних завдань викликають значні труднощі. Розв'язує завдань контрольних робіт у межах від 0- до 35%

Розподіл балів, що отримують студенти, за розділами та видами діяльності

Поточний контроль та самостійна робота								Самост. робота	Сума
РОЗДІЛ №1		РОЗДІЛ №2			РОЗДІЛ №3				
Відповіді	С\р	Відповіді	С/р	К/р	Відповіді	С/р	К/р	30	100
4	8	6	8	15	6	8	15		

* у тому числі відвідування лекцій – 1 бал, відвідування практичного заняття – 0,5 бал, виконання домашньої роботи – 0,5 бал.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену, заліку, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	A	відмінно
82 - 89	B	добре
74 - 81	C	
64 - 73	D	задовільно
60 - 63	E	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
1 - 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

5. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- усне опитування під час проведення практичних занять;
- проведення поточних письмових самостійних робіт;
- проведення колоквіумів;
- виконання студентами індивідуальних розрахункових завдань;
- проведення контрольних робіт;
- проведення заліку (екзамену) відповідно до програми.

6. Програма навчальної дисципліни «Теорія ймовірностей і математична статистика»

6.1. Інформаційний зміст навчальної дисципліни

Розділ І. Випадкові події.

Тема 1.1. Предмет теорії ймовірностей. Основні поняття теорії ймовірностей: випадковий експеримент, випадкова подія, частота, ймовірність, ймовірнісний простір. Елементи комбінаторики.

Тема1.2. Класифікація подій. Ймовірність події. Аксіоматика ймовірності. Властивості ймовірності.

Тема 1.3. Приклади ймовірнісних просторів – дискретний ймовірнісний простір. Класичне означення ймовірності. Статистичне означення ймовірності. Геометричні ймовірності: задача про зустріч, задача Буфона, парадокси Бертрана.

Тема 1.4. Умовні ймовірності. Формула повної ймовірності. Формула Байєса. Незалежні випадкові події.

Тема 1.5. Схема повторних незалежних випробувань. Формула Бернуллі. Граничні теореми в схемі Бернуллі: локальна, інтегральна теореми Муавра-Лапласа, теорема Пуассона. Закон великих чисел в схемі Бернуллі.

Розділ ІІ. Випадкові величини.

Тема 2.1. Дискретні випадкові величини. Закони розподілу дискретних випадкових величин. Числові характеристики ДВВ (математичне сподівання, дисперсія). Приклади дискретних законів розподілу випадкових величин: біноміальний розподіл, геометричний розподіл, розподіл Пуассона (закон розподілу рідких подій).

Тема2.2.Неперервні випадкові величини. Інтегральна та диференціальна функції розподілу. Числові характеристики НВВ. Моменти випадкових величин. Приклади законів розподілу неперервних випадкових величин: рівномірний розподіл, нормальний розподіл, показниковий розподіл.

Тема 2.3. Двовимірні випадкові величини. Функція розподілу двомірної випадкової величини. Числові характеристики. Коваріація, коефіцієнт кореляції.

Тема 2.4. Граничні теореми теорії ймовірностей: Закон великих чисел, Центральна гранична теорема.

Розділ ІІІ. Елементи математичної статистики.

Тема 3.1. Основні поняття і задачі математичної статистики. Варіаційні та статистичні ряди (дискретні та інтервальні). Графічне зображення вибірки. Вибіркові числові характеристики.

Тема 3.2. Статистичні оцінки параметрів розподілу: методи одержання оцінок, властивості оцінок, оцінки для математичного сподівання і дисперсії генеральної сукупності. Довірчі інтервали.

Тема 3.3. Перевірка статистичних гіпотез. Поняття про критичні точки та критичні області. Поняття про критерії згоди. Критерії згоди Пірсона та Колмогорова. Перевірка гіпотез про рівність математичних сподівань і дисперсій двох нормальних генеральних сукупностей.

Тема 3.4. Математична статистика в педагогічних дослідженнях.

6.2. Структура та обсяг навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		Лекції	Практ.	Лабор.	Конс.	Самост. робота		Лекції	Практ.	Лабор.	Конс.	Самост. робота
РОЗДІЛ 1. Випадкові події.												
Тема 1.1. Предмет теорії ймовірностей.	12	2	2			8						
Тема 1.2. Класифікація подій. Ймовірність події.	14	4	2			8						
Тема 1.3. Приклади ймовірнісних просторів	14	2	4			8						
Тема 1.4. Умовні ймовірності.	15	4	2			9						
Тема 1.5. Схема повторних незалежних випробувань.	16	4	4			8						
РОЗДІЛ 2. Випадкові величини												
Тема 2.1. Дискретні випадкові величини.	12	2	2			8						
Тема 2.2. Неперервні випадкові величини.	16	4	4			8						
Тема 2.3. Двовимірні випадкові величини.	15	4	2			9						
Тема 2.4. Граничні теореми теорії ймовірностей	14	4	2			8						
РОЗДІЛ 3. Елементи математичної статистики												
Тема 3.1. Основні поняття і задачі математичної статистики.	14	2	4			8						
Тема 3.2. Статистичні оцінки параметрів розподілу.	17	4	4			9						
Тема 3.3. Перевірка статистичних гіпотез.	16	4	4			8						
Тема 3.4. Математична статистика в педагогічних дослідженнях	20	4	6		2	8						
Усього годин	**195**	**44**	**42**		**2**	**107**						

Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1.	Предмет теорії ймовірностей. Основні поняття теорії ймовірностей: випадковий експеримент, випадкова подія, частота, ймовірність, ймовірнісний простір. Елементи комбінаторики.	2	
2.	Класифікація подій. Ймовірність події. Аксіоматика ймовірності. Властивості ймовірності.	2	
3.	Приклади ймовірнісних просторів – дискретний ймовірнісний простір. Класичне означення ймовірності. Статистичне означення ймовірності. Геометричні ймовірності: задача про зустріч, задача Буфона, парадокси Бертрана.	2	
4.	Умовні ймовірності. Формула повної ймовірності. Формула Байєса. Незалежні випадкові події.	4	
5.	Схема повторних незалежних випробувань. Формула Бернуллі. Граничні теореми в схемі Бернуллі: локальна, інтегральна теореми Муавра-Лапласа, теорема Пуассона. Закон великих чисел в схемі Бернуллі.	4	
6.	Дискретні випадкові величини. Закони розподілу дискретних випадкових величин. Числові характеристики ДВВ (математичне сподівання, дисперсія).	2	
7.	Приклади дискретних законів розподілу випадкових величин: біноміальний розподіл, геометричний розподіл, розподіл Пуассона (закон розподілу рідких подій).	2	
8.	Неперервні випадкові величини. Інтегральна та диференціальна функції розподілу. Числові характеристики НВВ. Моменти випадкових величин.	4	
9.	Приклади законів розподілу неперервних випадкових величин: рівномірний розподіл, нормальний розподіл, показників розподіл.	2	
10.	Двовимірні випадкові величини. Функція розподілу двомірної випадкової величини. Числові характеристики. Коваріація, коефіцієнт кореляції.	4	
11.	Граничні теореми теорії ймовірностей: Закон великих чисел, Центральна гранична теорема.	4	
12.	Основні поняття і задачі математичної статистики. Варіаційні та статистичні ряди (дискретні та інтервальні). Графічне зображення вибірки. Вибіркові числові характеристики.	2	
13.	Статистичні оцінки параметрів розподілу: методи одержання оцінок, властивості оцінок, оцінки для математичного сподівання і дисперсії генеральної сукупності. Довірчі інтервали.	4	
14.	Перевірка статистичних гіпотез. Поняття про критичні точки та критичні області. Поняття про критерії згоди. Критерії згоди Пірсона та Колмогорова. Перевірка гіпотез про рівність математичних сподівань і дисперсій двох нормальних генеральних сукупностей.	4	
15.	Математична статистика в педагогічних дослідженнях.	2	
Разом		44	

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1.	Елементи комбінаторики. Класичне означення ймовірності випадкової події.	2	
2.	Класичне означення ймовірності події. Статистична, геометрична ймовірність.	4	
3.	Теореми додавання та множення ймовірностей.	2	
4.	Формула повної ймовірності. Формула Байєса.	2	
5.	Схема Бернуллі. Найбільш ймовірне число настання подій. Граничні теореми в схемі Бернуллі.	4	
6.	*Контрольна робота № 1 «Випадкові події».*	2	
7.	Дискретна випадкова величина. Способи задання. Числові характеристики ДВВ. Приклади законів розподілу ДВВ.	2	
8.	Неперервна випадкова величина. Функція розподілу, щільність розподілу. Числові характеристики НВВ.	2	
9.	Рівномірний, показниковий, нормальний розподіли.	2	
10.	Дискретна двовимірна випадкова величина. Неперервна двовимірна випадкова величина. Числові характеристики. Зв'язок з одномірними розподілами.	2	
11.	*Контрольна робота № 2 «Випадкові величини».*	2	
12.	Побудова варіаційних рядів. Графічне зображення вибірки. Вибіркова функція розподілу. Вибіркові числові характеристики	2	
13.	Знаходження оцінок для параметрів нормального розподілу. Побудова довірчих інтервалів.	2	
14.	Перевірка статистичних гіпотез. Порівняння двох дисперсій нормальних генеральних сукупностей.	2	
15.	Порівняння вибіркової середньої з гіпотетичною генеральною середньою нормального розподілу.	2	
16.	Критерій Пірсона. Критерій Вілкоксона.	2	
17.	*Контрольна робота № 3 «Елементи математичної статистики»*	2	
18.	Математична статистика в педагогічних дослідженнях.	4	
Разом		42	

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1.	Основні поняття теорії ймовірностей: випадковий експеримент, випадкова подія, частота, ймовірність, ймовірнісний простір. Елементи комбінаторики.	8	
2.	Класифікація подій. Ймовірність події. Аксіоматика ймовірності. Властивості ймовірності.	8	
3.	Класичне означення ймовірності. Статистичне означення ймовірності. Геометричні ймовірності.	8	
4.	Умовні ймовірності. Формула повної ймовірності. Формула Байєса. Незалежні випадкові події.	9	
5.	Схема повторних незалежних випробувань. Формула Бернуллі. Граничні теореми в схемі Бернуллі. Закон великих чисел в схемі Бернуллі.	8	
6.	Дискретні випадкові величини. Закони розподілу дискретних випадкових величин. Числові характеристики ДВВ (математичне сподівання, дисперсія).	8	
7.	Неперервні випадкові величини. Інтегральна та диференціальна функції розподілу. Числові характеристики НВВ. Моменти випадкових величин.	8	
8.	Двовимірні випадкові величини. Функція розподілу двомірної випадкової величини. Числові характеристики. Коваріація, коефіцієнт кореляції.	9	
9.	Граничні теореми теорії ймовірностей: Закон великих чисел, Центральна гранична теорема.	8	
10.	Основні поняття і задачі математичної статистики. Варіаційні та статистичні ряди (дискретні та інтервальні). Графічне зображення вибірки. Вибіркові числові характеристики.	8	
11.	Статистичні оцінки параметрів розподілу. Довірчі інтервали.	9	
12.	Перевірка статистичних гіпотез. Критерії згоди Пірсона та Колмогорова.	8	
13.	Математична статистика в педагогічних дослідженнях.	8	
Разом		107	

7. Рекомендовані джерела інформації

Базові джерела інформації

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. - М.: Наука, 1969.- 576 с.
2. Гнєденко Б.В. Курс теорії ймовірностей. – К.: Рад.шк., 1950.- 360 с.
3. Жалдак М.І. Початки теорії ймовірностей. – К.: Рад.шк., 1978.- 142 с.
4. Шефтель З.Г. Теорія ймовірностей. – К.: Вища школа, 1995.
5. Жалдак М.И., Квитко А.Н. Теория вероятностей с элементами информатики: Практикум. - К.: Вища шк., 1989.- 263 с.
6. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика.- М.: Высш. шк, 1998.
7. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. - М.: Высш. шк., 1975.- 333 с.
8. Колде Я.К. Практикум по теории вероятностей и математической статистике. - М.: Высш. шк., 1991.- 156 с.

Допоміжні джерела інформації

9. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. - М.: Мир, 1964.- Т.1. - 500с.; 1967.- Т.2. – 752 с.
10. Лоэв М. Теория вероятностей. - М.: Изд-во иностр. лит., 1962.- 720 с.
11. Румшинский Л.З. Элементы теории вероятностей.- М.: Наука, 1976.- 240 с.
12. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей: Практикум по решению задач. - М.: Наука, 1973.- 262 с.
13. Боровков А.А. Курс теории вероятностей. - М.: Наука, 1972.- 288 с.
14. Севастьянов Б.А. Курс теории вероятностей и математической статистики. - М.: Наука, 1982.- 256 с.
15. Емельянов Г.В., Скитович В.П. Задачник по теории вероятностей и математической статистике. - М.: Изд-во Ленингр. Ун-та, 1967.- 332 с.
16. Зубков А.М., Севастьянов Б.А. Сборник задач по теории вероятностей. - М.: Наука, 1989.- 311 с.
17. Колмогоров А.Н. Основные понятия теории вероятностей. - М.: Наука, 1974.- 132 с.
18. Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. - М.: Наука, 1969.- 372 с.
19. Гнеденко Б.В. Из истории науки о случайном. - М.: Знание, 1981.- 64 с.
20. Щиголев Б.М. Математическая обработка наблюдений. - М.: Наука, 1970.- 344 с.
21. Ширяев А.Н. Вероятность. - М.: Наука, 1989.- 640 с.
22. Тернер Д. Вероятность, статистика и исследование операций. - М.: Статистика, 1976.- 432 с.
23. Тарасов Л.В. Мир, построенный на вероятности: Книга для учащихся, - М.: Просвещение, 1984.- 192 с.
24. Шметтерер Л. Введение в математическую статистику. - М.: Наука, 1976.- 520 с.
25. Хикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента. - М.: Мир, 1967.- 407 с.
26. Кокс Д., Хинкли Д. Задачи по теоретической статистике с решениями. - М.: Мир, 1981.- 225 с.
27. Романовский В.И. Применение математической статистики в опытном деле. - М.: ОГИЗ Гостехиздат, 1947.- 248 с.
28. Уилкс С. Математическая статистика. - М.: Наука, 1967.- 632 с.
29. Крамер Г. Математические методы статистики. - М.: Мир, 1975.- 648 с.
30. Ван дер Варден В.Л. Математическая статистика. - М.: Изд-во иностр. лит., 1960.- 435 с.
31. Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций. - М.: Наука, 1968.- 464 с.
32. Пугачев В.С. Теория случайных функций. - М.: Физматгиз, 1960.- 884 с.
33. Закс Л. Теория статистических выводов. - М.: Мир, 1975.- 776 с.
34. Закс Л. Статистическое оценивание. - М.: Статистика, 1976.- 599 с.
35. Солодовников А.С. Теория вероятностей. - М.: Просвещение, 1983.- 207 с.
36. Чистяков В.П. Курс теории вероятностей. - М.: Наука, 1987.- 240 с.
37. Коваленко И.Н., Филиппова А.А. Теория вероятностей и математическая статистика. - М.: Высш. шк., 1973.- 368 с.
38. Баврин И.И., Матросов В.Л. Краткий курс теории вероятностей и математической статистики. - М.: Прометей, 1989.- 135 с.
39. Сборник задач по математике /для втузов/. Теория вероятностей и математическая статистика/ Под ред. А.В.Ефимова. - М.: Наука, 1990.- 432 с.
40. Єжов І.І., Скороход А.В., Ядренко М.Й. Елементи комбінаторики. - К.: Вища шк., 1972.- 84 с.
41. Гихман И.И., Скороход А.В., Ядренко М.И. Теория вероятностей и математическая статистика. - К.: Вища шк., 1979.- с.
42. Боровков А.А. Курс теории вероятностей. - М.: Наука, 1986.- с.