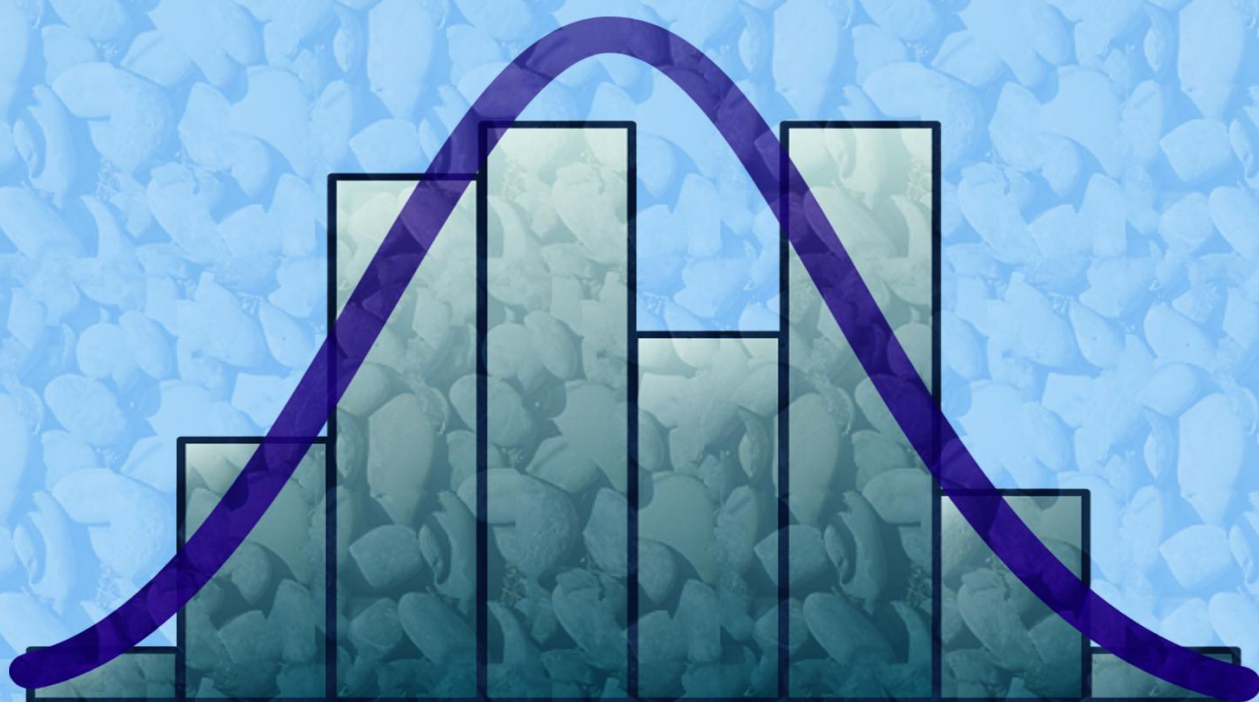


**НАТАЛЯ СОСНИЦЬКА, ВІРА МАЛКІНА,  
ОЛЬГА ІЩЕНКО, ЛАРИСА ХАЛАНЧУК,  
ОЛЬГА ЗІНОВ'ЄВА**

**ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА**

**НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК**



**Міністерство освіти і науки України  
Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного**

**Н. Л. СОСНИЦЬКА, В. М. МАЛКІНА, О. А. ЩЕНКО,  
Л. В. ХАЛАНЧУК, О. Г. ЗІНОВ'ЄВА**

## **ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА**

### **НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК**

*Рекомендовано Вченою радою  
Таврійського державного агротехнологічного університету  
імені Дмитра Моторного як навчальний посібник  
для підготовки здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр»  
у закладах вищої освіти III – IV рівнів акредитації*

**Мелітополь  
2019**

УДК 519.2

П 75

Прикладна математика: навч. посібн. / Н.Л. Сосницька, В.М. Малкіна, О.А. Іщенко, Л.В. Халанчук, О.Г. Зінов'єва – Мелітополь: ТОВ «Колор Принт», 2019. – 100с. – ISBN 978-966-2489-79-8.

**Рецензенти:**

**Ляшенко В.П.** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Інформатика та вища математика», Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

**Семеріков С.О.** – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри «Інформатика та прикладна математика», Криворізький державний педагогічний університет

**Назаренко І.П.** – доктор технічних наук, професор, декан енергетичного факультету, завідувач кафедри «Електротехнології і теплові процеси», Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

*Гриф надано Вченою радою  
Таврійського державного агротехнологічного університету  
імені Дмитра Моторного  
(протокол № 11 від 28 травня 2019 р.)*

Навчальний посібник розроблено відповідно до навчальної програми з дисципліни “Прикладна математика” для студентів технічних спеціальностей закладів вищої освіти. Розглянуто варіаційні ряди та їх характеристики, схеми перевірки статистичних гіпотез, кореляційно-регресійний та дисперсійний аналіз. В матеріалах посібника наведено теоретичний матеріал, детальні алгоритми розв’язання всіх основних задач математичної статистики. Наведено необхідний довідковий матеріал.

Видання розраховано на студентів і викладачів інженерних, загальнотехнічних факультетів закладів вищої освіти усіх форм навчання.

ISBN 978-966-2489-79-8

© Сосницька Н.Л., Малкіна В.М., Іщенко О.А., Халанчук Л.В., Зінов'єва О.Г., 2019  
© Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного  
© ТОВ «Колор Принт», 2019

## ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. ВАРІАЦІЙНІ РЯДИ ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	5
1.1. Основні задачі математичної статистики.....	5
1.2. Генеральна та вибіркова сукупності.....	7
1.3. Статистична функція розподілу.....	8
1.4. Дискретний та інтервальний варіаційні ряди, їх числові характеристики та графічне представлення .....	10
РОЗДІЛ 2. ПЕРЕВІРКА СТАТИСТИЧНИХ ГІПОТЕЗ.....	25
2.1. Основні поняття перевірки статистичних гіпотез.....	25
2.2. Вирівнювання статистичних рядів.....	26
2.3. Критерій узгодженості Пірсона. Побудова кривої Гаусса....	28
2.3. Критерії Фішера, Стьюдента та Кохрена.....	37
РОЗДІЛ 3. КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ.....	45
3.1. Основні поняття кореляційного та регресійного аналізу....	45
3.2. Кореляційний аналіз. Лінійна залежність.....	48
3.3. Регресійний аналіз. Метод найменших квадратів.....	56
3.4. Множинна кореляція.....	65
РОЗДІЛ 4. ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ.....	74
4.1. Однофакторний дисперсійний аналіз.....	74
4.2. Двофакторний дисперсійний аналіз.....	81
ВИКОРИСТАНА ТА РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	89
ДОДАТКИ.....	91



## РОЗДІЛ 1. ВАРІАЦІЙНІ РЯДИ ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

### 1.1. Основні задачі математичної статистики

У теорії ймовірностей вивчають питання, пов'язані з випадковими подіями, їх імовірностями та числовими характеристиками. Але в більшості випадків, які трапляються на практиці, точне значення цих характеристик невідоме. Метою кожного наукового дослідження власне і є встановлення закономірностей явищ, які спостерігають, та використання їх у повсякденній практичній діяльності. З огляду на це постає питання про їх експериментальне визначення й узагальнення висновку у вигляді закону. Можна сказати, що предметом математичної статистики є розроблення методів збору та оброблення статистичних даних для одержання наукових та практичних висновків. Звичайним є використання статистичних методів у техніці, медицині, економіці, соціології, політології.

Математичною статистикою називається наука, яка займається розробкою методів відбору, опису та аналізу дослідних даних з метою вивчення закономірностей випадкових масових явищ. У свою чергу, встановлення цих закономірностей ґрунтується на вивченні методами теорії ймовірностей статистичних даних – результатів досліду або спостережень. Отже, математична статистика вивчає методи, які дають змогу за результатами випробувань робити певні ймовірнісні висновки.

Основні задачі математичної статистики:

- 1) вказати способи збору та групування (якщо даних дуже багато) статистичної інформації;
- 2) визначити закон розподілу випадкової величини або системи випадкових величин за статистичними даними;
- 3) оцінити невідомі параметри розподілу;
- 4) перевірити правдоподібність припущень про закон розподілу випадкової величини, про форму зв'язку між випадковими величинами або про значення оцінюваного параметра.

*Задача визначення закону розподілу випадкової величини за статистичними даними.* Теоретично при досить великому числі дослідів закономірності, що властиві досліджуванім випадковим величинам, будуть здійснюватися як завгодно точно. На практиці ми завжди маємо справу з обмеженою кількістю експериментальних даних; у зв'язку з цим результати наших спостережень і їхньої обробки завжди містять більший

або менший елемент випадковості. До методики обробки експериментальних даних варто висунути такі вимоги, щоб вона, по можливості, зберігала типові, характерні риси явища, що спостерігається, і відкидала все несуттєве, другорядне, пов'язане з недостатнім обсягом дослідного матеріалу. У зв'язку з цим виникає задача згладжування або вирівнювання статистичних даних, представлення їх у найбільш компактному вигляді за допомогою простих аналітичних залежностей.

*Задача перевірки правдоподібності гіпотез.* Ставиться вона так: у нашому розпорядженні є сукупність дослідних даних. Запитується, чи суперечать ці дані тій або іншій гіпотезі? Наприклад, гіпотезі про те, що випадкова величина  $X$  розподілена за законом із щільністю  $f(x)$ . У результаті перевірки правдоподібності гіпотези може бути зроблений один із висновків: 1) відкинути гіпотезу, що суперечить дослідним даним; 2) не відкидати гіпотезу, вважати її прийнятною.

*Задача визначення невідомих параметрів розподілу.* Як на підставі статистичних даних оцінити, хоча б приблизно, характеристики, що цікавлять нас, наприклад, математичне сподівання, дисперсію і середньо квадратичне відхилення випадкової величини, над якою велися спостереження? З якою точністю при даній кількості дослідів будуть оцінюватися ці характеристики?

Можна сказати, що основне завдання математичної статистики – розроблення методів аналізу статистичних даних залежно від мети дослідження.

Методи математичної статистики ефективно використовують під час розв'язування багатьох наукових задач, задач щодо організації технологічного процесу, планування, управління та ціноутворення.

Математична статистика виникла (XVII ст.) та почала розвиватись паралельно з теорією ймовірностей. Подальшим розвитком (кінець XIX – початок XX ст.) математична статистика зобов'язана П. Л. Чебишову, А. А. Маркову, О. М. Ляпунову, а також К. Гауссу, Ф. Гальтону, К. Пірсону й іншим вченим.

У XX ст. найбільший вклад у математичну статистику зробили В. І. Романовський, Е. Е. Слуцький, А. Н. Колмогоров, Стюдент (псевдонім В. Госсета), Е. Пірсон, Ю. Нейман, А. Вальд, А. В. Скороход.

## 1.2. Генеральна та вибіркова сукупності

Кожен об'єкт, який спостерігають, має декілька ознак. Розглядаючи лише одну ознаку кожного об'єкта, припускають, що інші ознаки несуттєві, тобто множина об'єктів однорідна.

**Означення.** Множину однорідних об'єктів називають статистичною сукупністю. Вибірковою сукупністю (вибіркою) називають сукупність випадково взятих об'єктів із статистичної сукупності.

Генеральною називають сукупність об'єктів, з яких зроблено вибірку. Обсягом сукупності (вибіркової або генеральної) називають кількість об'єктів цієї сукупності.

Вибірки бувають повторні або неповторні. Альтернатива вибірки – перепис – обстеження, що мають на меті дослідження кожного елемента сукупності (генеральної сукупності), яку вивчають.

**Означення.** Повторною називають вибірку, за якої відібраний об'єкт повертають до генеральної сукупності перед відбором іншого об'єкта.

**Означення.** Вибірку називають неповторною, якщо взятий об'єкт до генеральної сукупності не повертається перед відбором наступного об'єкта.

Вибірка має бути репрезентативною, тобто представницькою – її дані мають правильно відображати відповідну ознаку генеральної сукупності, яку вивчають. Згідно із законом великих чисел, вибірка буде репрезентативною, якщо, з одного боку, кожний об'єкт вибірки вибраний з генеральної сукупності випадково і з іншого – всі об'єкти генеральної сукупності мають однакову ймовірність попасти у вибірку.

Відбір об'єктів у вибірку можна виконувати відразу з усієї генеральної сукупності, або попередньо поділити її на частини.

Проста випадкова вибірка здійснюється за допомогою простого випадкового відбору (кожний елемент із однаковою ймовірністю може потрапити до вибірки).

Джерела даних у статистиці: вибіркові обстеження, спеціально поставлені експерименти і дані, що є результатом повсякденної роботи. Джерела даних бувають первинними і вторинними.

Первинні дані збираються спеціально для статистичного дослідження. Для цих даних є відомості про методи збирання, точність даних тощо.

Вторинні дані – це дані, використовувані у статистиці, але зібрані з іншою метою. Наприклад, робочі записи про діяльність фірм, офіційні

статистичні звіти, журнали обліку успішності та відвідування занять студентами тощо.

Способи відбору:

1. Вибір, який не потребує розділення генеральної сукупності на частини: простий випадковий неповторний відбір та простий випадковий повторний відбір.

2. Вибір, за якого генеральна сукупність розділяється на частини (розшарований випадковий відбір): типовий, механічний та серійний відбори.

Типовим називають відбір, при якому об'єкти відбирають не з усієї генеральної сукупності, а лише з її типових частин.

При механічному відборі генеральну сукупність поділяють на стільки частин, скільки має бути об'єктів у вибірці, а потім з кожної частини випадковим чином вибирають один об'єкт.

Серійний – це такий відбір, при якому об'єкти відбирають з генеральної сукупності не по одному, а серіями, які і досліджують. Часом застосовують ці методи відбору об'єктів з генеральної сукупності в комбінації – спочатку один, а потім інший.

В дослідженнях іноді використовують комбінований відбір. Наприклад, спочатку поділяють генеральну сукупність на серії однакового обсягу, навімання відбирають декілька серій  $i$ , нарешті, з кожної серії навімання беруть окремі об'єкти.

### 1.3. Статистична функція розподілу

Статистичною функцією розподілу випадкової величини  $X$  називається частота події  $X < x$  у даному статистичному матеріалі

$$F^*(x) = P^*\{X < x\}.$$

Для того щоб знайти значення статистичної функції розподілу при даному  $x$ , досить підрахувати число дослідів, у яких величина  $X$  прийняла значення, менше ніж  $x$ , і розділити на загальну кількість зроблених дослідів  $n$ .

Статистична функція розподілу будь-якої випадкової величини – дискретної або неперервної – являє собою переривану східчасту функцію, стрибки якої відповідають спостереженим значенням випадкової величини і за величиною дорівнюють частотам цих значень. При збільшенні числа дослідів  $n$ , відповідно до теореми Бернуллі, при будь-якому  $x$  частота події  $X < x$  наближається (сходиться за ймовірністю) до ймовірності цієї події.



## ВИКОРИСТАНА ТА РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Барковський В. В. Теорія ймовірностей та математична статистика / В. В. Барковський, Н. В. Барковська, О. К. Лопатін. К.: Центр учбової літератури, 2010. 424 с.
2. Валеев К.Г., Джалладова І.А. Збірник задач з теорії ймовірностей та математичної статистики: навч. посіб. 2-ге вид., без змін. К.: КНЕУ, 2008. 352 с.
3. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для бакалавров. М: Юрайт, 2013. 479 с.
4. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учеб. пособие для прикладного бакалавриата. М.: Юрайт, 2016. 404 с.
5. Головня Б. П. Чисельні методи. Інструментальні алгоритми: навч.-метод. посіб. до вивч. курсу "Методи обчислень". Черкаси: ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2012. 127 с.
6. Горелова Г.В. Теория вероятностей и математическая статистика в примерах и задачах с применением Excel / Г.В.Горелова , И.А.Кацко. Изд. 4-е. Ростов н/Д: Феникс, 2006.
7. Денисюк В.П. Вища математика: навч. посібник. У 4 ч. Ч.4: Теорія ймовірностей і математична статистика / В.П. Денисюк, В.М. Бобков, Т.А. Погребецька, В.К. Репета. К.: Книжкове вид-во НАУ, 2006. 256 с.
8. Дорош А. К., Коханівський О. П. Теорія ймовірностей та математична статистика: навч. посібник. К.: НТУУ "КПІ", 2006. 268 с.
9. Єріна А.М., Кальян З.О. Теорія статистики: практикум. К.: 2007. 325 с.
10. Жлуктенко В.І., Наконечний С.І. Теорія ймовірностей і математична статистика: навч.-метод. посібник. У 2 ч. Ч. 2. Математична статистика. Вид. 2-ге, без змін. К.: КНЕУ, 2007. 336 с.
11. Іванюта І. Д. Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики / І. Д. Іванюта, В. І. Рибалка, І. А. Рудоміно-Дусятська. К.: Слово, 2003. 272 с.
12. Індивідуальні завдання з вищої математики: навч.посібник / Назарова О.П., Рубцов М.О., Іщенко О.А. та інш. Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2011. 238 с.

13. Кармелюк Г. І. Теорія ймовірностей та математична статистика. Посібник з розв'язування задач: навч. посібник. К.: Центр учбової літератури, 2007. 576 с.

14. Кремер Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для студентов вузов. Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. 551 с.

15. Малыгина С.В. Прикладная математика. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие для студентов техн. специальностей / С. В. Малыгина, В. Н. Черномаз, Е. А. Клеваник. Краматорск: ДГМА, 2013. 135 с.

16. Теорія ймовірностей та математична статистика: навч. посіб. / О.І. Кушлик-Дивульська, Н.В. Поліщук, Б.П. Орел, П.І. Штабальок. К.: НТУУ «КПІ», 2014. 212 с.

17. Трасковецька Л. М., Стопень Г.Я. Прикладна математика: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Хмельницький: ХНУ, 2011. 158 с.

Значення функції  $\Phi(x)$ 

$x$	$\Phi(x)$	$x$	$\Phi(x)$	$x$	$\Phi(x)$	$x$	$\Phi(x)$
0,00	0,0000	0,33	0,1293	0,66	0,2454	0,99	0,3389
0,01	0,0040	0,34	0,1331	0,67	0,2486	1,00	0,3413
0,02	0,0080	0,35	0,1368	0,68	0,2517	1,01	0,3438
0,03	0,0120	0,36	0,1406	0,69	0,2549	1,02	0,3461
0,04	0,0160	0,37	0,1443	0,70	0,2580	1,03	0,3485
0,05	0,0199	0,38	0,1480	0,71	0,2611	1,04	0,3508
0,06	0,0239	0,39	0,1517	0,72	0,2642	1,05	0,3531
0,07	0,0279	0,40	0,1554	0,73	0,2673	1,06	0,3554
0,08	0,0319	0,41	0,1591	0,74	0,2703	1,07	0,3577
0,09	0,0359	0,42	0,1628	0,75	0,2734	1,08	0,3599
0,10	0,0398	0,43	0,1664	0,76	0,2764	1,09	0,3621
0,11	0,0438	0,44	0,1700	0,77	0,2794	1,10	0,3643
0,12	0,0478	0,45	0,1736	0,78	0,2823	1,11	0,3665
0,13	0,0517	0,46	0,1772	0,79	0,2852	1,12	0,3686
0,14	0,0557	0,47	0,1808	0,80	0,2881	1,13	0,3708
0,15	0,0596	0,48	0,1844	0,81	0,2910	1,14	0,3729
0,16	0,0636	0,49	0,1879	0,82	0,2939	1,15	0,3749
0,17	0,0675	0,50	0,1915	0,83	0,2967	1,16	0,3770
0,18	0,0714	0,51	0,1950	0,84	0,2995	1,17	0,3790
0,19	0,0753	0,52	0,1985	0,85	0,3023	1,18	0,3810
0,20	0,0793	0,53	0,2019	0,86	0,3051	1,19	0,3830
0,21	0,0832	0,54	0,2054	0,87	0,3078	1,20	0,3849
0,22	0,0871	0,55	0,2088	0,88	0,3106	1,21	0,3869
0,23	0,0910	0,56	0,2123	0,89	0,3133	1,22	0,3883
0,24	0,0948	0,57	0,2157	0,90	0,3159	1,23	0,3907
0,25	0,0987	0,58	0,2190	0,91	0,3186	1,24	0,3925
0,26	0,1026	0,59	0,2224	0,92	0,3212	1,25	0,3944
0,27	0,1064	0,60	0,2257	0,93	0,3238	1,26	0,3962
0,28	0,1103	0,61	0,2291	0,94	0,3264	1,27	0,3980
0,29	0,1141	0,62	0,2324	0,95	0,3289	1,28	0,3997
0,30	0,1179	0,63	0,2357	0,96	0,3315	1,29	0,4015
0,31	0,1217	0,64	0,2389	0,97	0,3340	1,30	0,4032
0,32	0,1255	0,65	0,2422	0,98	0,3365	1,31	0,4049

**Додаток 1 (Продовження)**

1,32	0,4066	1,64	0,4495	1,96	0,4750	2,56	0,4948
1,33	0,4082	1,65	0,4505	1,97	0,4756	2,58	0,4951
1,34	0,4099	1,66	0,4515	1,98	0,4761	2,60	0,4953
1,35	0,4115	1,67	0,4525	1,99	0,4767	2,62	0,4956
1,36	0,4131	1,68	0,4535	2,00	0,4772	2,64	0,4959
1,37	0,4147	1,69	0,4545	2,02	0,4783	2,66	0,4961
1,38	0,4162	1,70	0,4554	2,04	0,4793	2,68	0,4963
1,39	0,4177	1,71	0,4564	2,06	0,4803	2,70	0,4965
1,40	0,4192	1,72	0,4573	2,08	0,4812	2,72	0,4967
1,41	0,4207	1,73	0,4582	2,10	0,4821	2,74	0,4969
1,42	0,4222	1,74	0,4591	2,12	0,4830	2,76	0,4971
1,43	0,4236	1,75	0,4599	2,14	0,4838	2,78	0,4973
1,44	0,4251	1,76	0,4608	2,16	0,4846	2,80	0,4974
1,45	0,4265	1,77	0,4616	2,18	0,4854	2,82	0,4976
1,46	0,4279	1,78	0,4625	2,20	0,4861	2,84	0,4977
1,47	0,4292	1,79	0,4633	2,22	0,4868	2,86	0,4979
1,48	0,4306	1,80	0,4641	2,24	0,4875	2,88	0,4980
1,49	0,4319	1,81	0,4649	2,26	0,4881	2,90	0,4981
1,50	0,4332	1,82	0,4656	2,28	0,4887	2,92	0,4982
1,51	0,4345	1,83	0,4664	2,30	0,4893	2,94	0,4984
1,52	0,4357	1,84	0,4671	2,32	0,4898	2,96	0,4985
1,53	0,4370	1,85	0,4678	2,34	0,4904	2,98	0,4986
1,54	0,4382	1,86	0,4686	2,36	0,4909	3,00	0,49865
1,55	0,4394	1,87	0,4693	2,38	0,4913	3,20	0,49931
1,56	0,4406	1,88	0,4699	2,40	0,4918	3,40	0,49966
1,57	0,4418	1,89	0,4706	2,42	0,4922	3,60	0,49984
1,58	0,4429	1,90	0,4713	2,44	0,4927	3,80	0,49993
1,59	0,4441	1,91	0,4719	2,46	0,4931	4,00	0,49997
1,60	0,4452	1,92	0,4726	2,48	0,4934	4,50	0,499998
1,61	0,4463	1,93	0,4732	2,50	0,4938	5,00	0,5
1,62	0,4474	1,94	0,4738	2,52	0,4941		
1,63	0,4484	1,95	0,4744	2,54	0,4945		

Критичні точки  $\chi^2$  – розподілу

Число ступенів вільностей $k$	Рівень значимості	
	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,01$
1	3,8	6,6
2	6,0	9,2
3	7,8	11,3
4	9,5	13,3
5	11,1	15,1
6	12,6	16,8
7	14,1	18,5
8	15,5	20,1
9	16,9	21,7
10	18,3	23,2
11	19,7	24,7
12	21,0	26,2
13	22,4	27,7
14	23,7	29,1
15	25,0	30,6
16	26,3	32,0
17	27,6	33,4
18	28,9	34,8
19	30,1	36,2
20	31,4	37,6
21	32,7	38,9



Додаток 3

Таблиця критичних точок розподілу F Фішера-Снедекора,  
де  $k_1$  - число ступенів волі більшої дисперсії,  
 $k_2$  - число ступенів волі меншої дисперсії

Рівень значимості $\alpha = 0,05$										
$k_2$	$k_1$									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,36	19,37	19,38	19,39
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,88	8,84	8,81	8,78
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,78	4,74
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,63
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,34
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,13
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,97
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,86
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,92	2,85	2,80	2,76
13	4,67	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,84	2,77	2,72	2,67
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,77	2,70	2,65	2,60
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,70	2,64	2,59	2,55
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,62	2,55	2,50	2,45





## Додаток 5

Таблиця критичних точок розподілу  $t$  Стюдента,  
де  $\alpha$  - рівень значимості,  $k$  - число ступенів волі.

$k$	$\alpha$		$k$	$\alpha$	
	0,10	0,05		0,10	0,05
1	6,31	12,70	18	1,73	2,10
2	2,92	4,30	19	1,73	2,00
3	2,35	3,18	20	1,73	2,09
4	2,13	2,78	21	1,72	2,08
5	2,01	2,57	22	1,72	2,07
6	1,94	2,45	23	1,71	2,07
7	1,89	2,36	24	1,71	2,06
8	1,86	2,31	25	1,71	2,06
9	1,83	2,26	26	1,71	2,06
10	1,81	2,23	27	1,71	2,05
11	1,80	2,20	28	1,70	2,05
12	1,78	2,18	29	1,70	2,05
13	1,77	2,16	30	1,70	2,04
14	1,76	2,14	40	1,68	2,02
15	1,75	2,13	60	1,67	2,00
16	1,75	2,12	120	1,66	1,98
17	1,74	2,11	$\infty$	1,64	1,96

Навчальне видання

**Н. Л. СОСНИЦЬКА, В. М. МАЛКІНА, О. А. ІЩЕНКО,  
Л. В. ХАЛАНЧУК, О. Г. ЗІНОВ'ЄВА**

## **ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА**

Навчальний посібник

Видавець та виготовлювач ТОВ «Колор Принт»  
72312, Запорізька обл., м. Мелітополь, вул. Університетська, 44/7  
Тел. (0619) 46-50-20

Свідоцтво Державного комітету телебачення  
Видавничої справи до Державного реєстру видавців і  
Виготівників видавничої продукції  
Серія ДК № 3782 від 12.05.2010р.

Підписано до друку 29.05.2019р. Папір офсетний.  
Формат 60x90/16. Гарнітура Times New Roman.

Друк різог. Умовн. друк. арк. 6,25.

Тираж 300 пр. Зам. № 64 від 07.06.2019р.

ТОВ «Колор Принт»  
72312, Запорізька обл., м. Мелітополь, вул. Університетська, 44/7  
Тел. (0619) 46-50-20