

Spis treści

Przedmowa	17
---------------------	----

CZĘŚĆ I. WPROWADZENIE

Rozdział 1. Struktura badania statystycznego	21
1.1. Przedmiot badania statystycznego	23
1.2. Zakres badania statystycznego	25
1.2.1*. Pomiar	26
1.2.2. Skale pomiarowe	33
1.3. Cel badania statystycznego	38
1.4. Struktura badania statystycznego	42
1.4.1. Sekwencyjna struktura badania statystycznego	42
1.4.2. Formalna struktura badania statystycznego	44
1.4.3. Opis statystyczny i wnioskowanie statystyczne	45
1.5. Klasyfikacja badań statystycznych	47
1.5.1. Badania przekrojowe i badania dynamiczne	47
1.5.2. Badania eksperymentalne	47
<i>Podstawowe pojęcia. Zadania. Literatura</i>	<i>48</i>

Rozdział 2. Rozkłady statystyczne	51
2.1. Macierz danych	51
2.2. Rozkład jednej zmiennej	53
2.2.1. Liczebności, częstości i podstawowe typy rozkładu jednej zmiennej	53
2.2.2. Graficzna prezentacja rozkładu jednej zmiennej	56
2.2.3. Większość i mniejszość stochastyczna	58
2.3. Rozkłady wielu zmiennych	61
2.3.1. Rozkłady łączne dwóch zmiennych	61
2.3.2. Rozkład łączny wielu zmiennych	62
2.3.3. Graficzna prezentacja rozkładu łącznego dwóch zmiennych	63
2.3.4. Rozkłady warunkowe	64
2.4. Szeregi rozdzielcze	66
2.5. Funkcja jednej zmiennej i własności jej rozkładów	68
<i>Podstawowe pojęcia. Zadania</i>	<i>72</i>

CZĘŚĆ II. OPIS ROZKŁADU STATYSTYCZNEGO JEDNEJ ZMIENNEJ

Rozdział 3. Parametry poziomu wartości	79
3.1. Ogólna charakterystyka parametrów poziomu wartości	80
3.2. Parametry pozycyjne	81
3.2.1. Wartość minimalna	81
3.2.2. Wartość maksymalna	82
3.2.3. Wartość modalna (dominanta)	82
3.2.4. Mediana	83
3.2.5. Kwantyle	85

3.3. Parametry średnie	89
3.3.1. Średnia arytmetyczna	90
3.3.2. Inne rodzaje średnich	96
3.4. Postulowane własności podstawowych parametrów poziomu wartości	99
3.5. Porównanie wybranych parametrów poziomu wartości	103
3.5.1. Wybór parametru zależy od skali pomiarowej	104
3.5.2. Zakres stosowalności parametrów	105
3.5.3. Średnia czy mediana, czyli wrażliwość na skrajności	108
3.5.4. Kłamstwo statystyczne	109
3.6. Parametry poziomu wartości zmiennej zerojedynkowej: problem zawartości informacyjnej	111
3.7. Dodatek. Znak Σ	113
<i>Podstawowe pojęcia. Zadania. Literatura</i>	115

Rozdział 4. Parametry rozproszenia	117
4.1. Ogólna charakterystyka parametrów rozproszenia	118
4.1.1. Co to są parametry rozproszenia?	118
4.1.2. Klasyfikacja parametrów rozproszenia	119
4.2. Parametry zróżnicowania	120
4.2.1. Pozycyjne parametry zróżnicowania	120
4.2.2. Średnie parametry zróżnicowania	121
4.2.3. Stosunkowe parametry zróżnicowania	130
4.3. Parametry różnorodności	132
4.3.1. Absolutny pozycyjny parametr różnorodności – błąd modalnej	132
4.3.2. Średnie parametry różnorodności	133
4.3.3. Względne parametry różnorodności	141
4.4. Miara zróżnicowania ocen	142
4.5. Parametry rozproszenia funkcji jednej zmiennej	145
4.5.1. Parametry różnorodności funkcji jednej zmiennej	146
4.5.2. Parametry zróżnicowania funkcji jednej zmiennej	146
4.5.3. Parametry rozproszenia funkcji jednej zmiennej – podsumowanie	149
4.6. Parametry rozproszenia zmiennych zerojedynkowych	150
4.7. Standaryzacja zmiennych i jej zastosowanie	152
<i>Podstawowe pojęcia. Zadania. Literatura</i>	155

Rozdział 5. Błędy opisu a interpretacja parametrów rozkładu jednej zmiennej	157
5.1. Problem optymalnego opisu	157
5.2. Funkcje oceny błędu i kryterium wyboru optymalnego opisu	159
5.3. Optymalny opis wartości zmiennej a interpretacja parametrów statystycznych	162
5.3.1. Dwuwartościowa funkcja błędu	162
5.3.2. Modułowa funkcja błędu	164
5.3.3. Kwadratowa funkcja błędu	165
5.3.4. Niesymetryczna funkcja błędu parametryzowana za pomocą dwóch parametrów: r i s	167

5.3.5. Interpretacja parametrów poziomu wartości i rozproszenia	170
5.4. Optymalny opis ocen	170
5.5*. Dodatek. Problem decyzji	172
<i>Podstawowe pojęcia. Literatura</i>	174

Rozdział 6. Agregacja i dekompozycja parametrów rozkładu

jednej zmiennej	175
6.1. Problemy agregacji i dekompozycji parametrów rozkładu zmiennej	176
6.2. Parametry warunkowe	178
6.2.1. Parametry warunkowe jako metoda opisu rozkładu dwóch zmiennych	178
6.2.2. Parametry warunkowe jako zmienne statystyczne	179
6.3. Agregacja i dekompozycja parametrów rozkładu zmiennej statystycznej	182
6.3.1. Agregacja parametrów poziomu wartości	182
6.3.2. Dekompozycja parametrów rozproszenia	188
<i>Podstawowe pojęcia. Zadania. Literatura</i>	195

Rozdział 7. Inne parametry rozkładu jednej zmiennej

7.1. Momenty	199
7.2. Parametry asymetrii	200
7.3. Parametry koncentracji	204
7.3.1. Współczynnik Giniego	204
7.3.2. Współczynnik Theila	208
<i>Podstawowe pojęcia</i>	210

CZĘŚĆ III. ZALEŻNOŚCI STATYSTYCZNE MIĘDZY DWIEMA ZMIENNYMI

Rozdział 8. Własności rozkładu łącznego i funkcje dwóch zmiennych

8.1. Związek stochastyczny	213
8.2. Niezależność stochastyczna	214
8.3. Funkcje dwóch zmiennych	216
8.4. Parametry funkcji dwóch zmiennych	218
8.4.1. Średnia sumy i różnicy dwóch zmiennych	218
8.4.2. Średnia iloczynu i ilorazu dwóch zmiennych	219
8.4.3. Inne parametry poziomu wartości funkcji dwóch zmiennych	220
8.4.4. Wariancja sumy (różnicy) dwóch zmiennych	221
8.5. Kowariancja i jej własności	222
8.6. Cele analizy zależności statystycznych	228
8.7*. Dodatek. Wartość pragmatyczna informacji	229
<i>Podstawowe pojęcia. Zadania. Literatura</i>	230

Rozdział 9. Regresje pierwszego rodzaju i związane z nimi zależności statystyczne

9.1. Optymalne wykorzystanie informacji o wartości zmiennej Y do opisu (przewidywania) wartości zmiennej X	233
9.1.1. Regresje – pojęcia podstawowe	233
9.1.2. Dwuwartościowa funkcja błędów i regresja modalnych	236

9.1.3. Modułowa funkcja błędu i regresja median	238
9.1.4. Kwadratowa funkcja błędu i regresja średnich	240
9.1.5. Zależności statystyczne związane z regresjami pierwszego rodzaju i ich kierunek	242
9.2. Siła zależności statystycznych związanych z regresjami I rodzaju	244
9.2.1. Ogólny miernik siły zależności statystycznej	244
9.2.2. Mierniki siły zależności modalnych, median i średnich	246
9.2.3. Wspólne własności współczynników u , ζ i η^2	248
9.2.4. Szczególne własności stosunku korelacyjnego η^2 , przewidywania i błędów przewidywania w regresji średnich	252
9.2.5. Interpretacje stosunku korelacyjnego η^2	255
<i>Podstawowe pojęcia. Zadania. Literatura</i>	257
Rozdział 10. Regresja drugiego rodzaju liniowa i skorelowanie liniowe . .	261
10.1. Cel stosowania regresji drugiego rodzaju	261
10.1.1. Ograniczenia modelu regresji średnich	261
10.1.2. Regresja drugiego rodzaju	264
10.2. Równanie regresji liniowej i siła skorelowania liniowego	267
10.2.1. Równanie regresji liniowej	267
10.2.2. Siła skorelowania liniowego	271
10.3. Własności regresji liniowej i współczynnika korelacji liniowej	273
10.3.1. Niezależność i maksymalna zależność liniowa	273
10.3.2. Kierunek zależności liniowej. Współczynnik korelacji liniowej Pearsona	274
10.3.3. Regresja liniowa funkcji jednej zmiennej	275
10.3.4. Równanie regresji liniowej zmiennych standaryzowanych	276
10.4. Skorelowanie liniowe a zależność korelacyjna	278
10.4.1. Regresja liniowa a regresja średnich	278
10.4.2. Stosunek korelacyjny η^2 a kwadrat współczynnika korelacji liniowej ρ^2	279
10.4.3. Relacje między zmienną zależną, zmienną niezależną, przewidywaniem i błędem przewidywania w regresji liniowej	280
10.5. Inne regresje drugiego rodzaju	283
10.5.1. Po co stosować inne regresje drugiego rodzaju?	283
10.5.2*. Regresje w liczbach względnych	285
10.6. Zmienne zerojedynkowe w regresji liniowej	290
10.6.1. Zmienna zerojedynkowa jako zmienna niezależna w regresji liniowej	290
10.6.2. Regresja liniowa zmiennej zerojedynkowej ze względu na zmienną zerojedynkową	291
10.6.3. Regresja liniowa zmiennej zerojedynkowej ze względu na zmienną o wielu wartościach	292
10.7. Dygresja historyczna na temat pojęcia „regresji”	292
10.8*. Wyznaczanie parametrów regresji liniowej metodą najmniejszych kwadratów	295
<i>Podstawowe pojęcia. Zadania. Literatura</i>	297

Rozdział 11. Korelacja rangowa	301
11.1. Problem korelacji rangowej	301
11.2. Zależności statystyczne między typami uporządkowania par elementów	304
11.2.1. Zbiorowość uporządkowanych par i typy uporządkowań	304
11.2.2. Wyznaczanie rozkładu łącznego typów uporządkowań T_X i T_Y	307
11.2.3. Zależność korelacyjna i skorelowanie liniowe zmiennych T_X i T_Y	309
11.2.4. Klasyczne współczynniki korelacji rangowej dla par elementów	314
11.3. Tradycyjne współczynniki korelacji rangowej	317
<i>Podstawowe pojęcia. Zadania. Literatura</i>	319
Rozdział 12. Zależność stochastyczna	321
12.1. Miernik siły zależności stochastycznej	321
12.1.1. Natężenie zależności stochastycznej	321
12.1.2. Własności ilości informacji	324
12.1.3. Miernik siły zależności stochastycznej, jego własności i interpretacja	328
12.2. Tradycyjne koncepcje i mierniki zależności stochastycznej	329
<i>Podstawowe pojęcia. Zadania. Literatura</i>	333
Rozdział 13. Kierunek zależności statystycznej	335
13.1. Zależność pozytywna i negatywna między zmiennymi dychotomicznymi	336
13.2. Wybrane koncepcje kierunku zależności statystycznej	338
13.3. Koncepcje kierunku zależności statystycznej a parametry statystyczne	342
<i>Podstawowe pojęcia. Literatura</i>	343

CZĘŚĆ IV. ZALEŻNOŚCI STATYSTYCZNE MIĘDZY WIELOMA ZMIENNYMI

Rozdział 14. Regresja i korelacja wielokrotna liniowa	347
14.1. Ogólna problematyka analiz wielozmiennowych	347
14.2. Klasyczne metody wielozmiennowe	348
14.2.1. Analiza zależności warunkowych	348
14.2.2. Regresja wielokrotna pierwszego rodzaju, miernik siły zależności	351
14.3. Regresja i korelacja wielokrotna drugiego rodzaju liniowa	361
14.3.1. Równanie regresji wielokrotnej drugiego rodzaju liniowej	361
14.3.2. Korelacja wielokrotna liniowa	371
14.3.3. Własności regresji wielokrotnej liniowej i kwadratu współczynnika korelacji wielokrotnej liniowej	374
14.4*. Wyznaczanie współczynników regresji wielokrotnej liniowej metodą najmniejszych kwadratów	381
14.4.1. Układ równań normalnych	381
<i>Podstawowe pojęcia. Zadania</i>	395
Rozdział 15. Korelacja cząstkowa	399
15.1. Określenie kwadratu współczynnika korelacji cząstkowej	400
15.2. Korelacja cząstkowa jako korelacja między błędami przewidywań	402

15.3. Kwadrat współczynnika korelacji cząstkowej a równanie regresji wielokrotnej liniowej	404
15.4. Graficzna ilustracja współczynników korelacji wielokrotnej i cząstkowej .	408
15.5*. Kwadrat współczynnika korelacji cząstkowej w zapisie macierzowym . .	413
<i>Podstawowe pojęcia. Zadania. Literatura</i>	413

Rozdział 16. Dalsze problemy regresji i korelacji wielokrotnej liniowej . .	415
16.1. Nieprzechodniość skorelowania liniowego	415
16.2. Problem interakcji w regresji wielokrotnej liniowej	416
16.3. Problem współliniowości w regresji wielokrotnej liniowej	422
16.4. Metody wyboru „najlepszego” równania regresji wielokrotnej liniowej . .	424
16.4.1. Metoda wszystkich regresji	425
16.4.2. Procedura eliminacji <i>a posteriori</i>	426
16.4.3. Procedura selekcji <i>a priori</i>	426
16.4.4. Procedura regresji krokowej	427
16.5. Zmienne jakościowe i porządkowe jako zmienne niezależne	427
16.6. Regresja wielokrotna liniowa i modele wielomianowe	430
<i>Podstawowe pojęcia. Literatura</i>	432

Rozdział 17. Metody wielowymiarowej analizy statystycznej	435
17.1. Wprowadzenie	435
17.2. Syntetyczny opis rozkładu łącznego wielu zmiennych	436
17.3. Redukcja danych i wyjaśnienie obserwowanych zależności między zmiennymi	438
17.4. Klasyfikacja obiektów i zmiennych	440
17.5. Rozmieszczenie obiektów w przestrzeni wielowymiarowej	442
17.6. Zależności jednej zmiennej od wielu zmiennych	444
17.7. Zależności między dwoma zbiorami zmiennych	445
17.8. Struktura zależności „przyczynowych” między wieloma zmiennymi . . .	446
17.9. Modelowanie zależności „przyczynowych” między zmiennymi, wśród których występują zmienne ukryte	447
17.10. Skalowanie ukrytych własności	448
<i>Literatura</i>	450

CZĘŚĆ V. PODSTAWY WNIOSKOWANIA STATYSTYCZNEGO

Rozdział 18. Podstawy rachunku prawdopodobieństwa	455
18.1. Aksjomatyczne ujęcie rachunku prawdopodobieństwa	455
18.1.1. Przestrzeń zdarzeń elementarnych Ω	457
18.1.2. Ciało zdarzeń losowych S i zdarzenia losowe	457
18.1.3. Prawdopodobieństwo	459
18.2. Prawdopodobieństwo warunkowe i twierdzenie Bayesa	462
18.2.1. Pojęcie prawdopodobieństwa warunkowego	462
18.2.2. Twierdzenie o prawdopodobieństwie całkowitym i twierdzenie Bayesa	463
18.3. Serie doświadczeń losowych i schemat Bernoulliego	466
18.3.1. Serie doświadczeń losowych	466

18.3.2. Schemat Bernoulliego	467
18.4. Zmienna losowa	469
18.4.1. Zmienna losowa i związane z nią prawdopodobieństwa	469
18.4.2. Dystrybucja i funkcja gęstości zmiennej losowej	471
18.4.3. Parametry rozkładu zmiennej losowej	476
<i>Podstawowe pojęcia. Zadania</i>	480
Rozdział 19. Rozkłady zmiennych losowych i twierdzenia graniczne . . .	483
19.1. Rozkłady dyskretnych zmiennych losowych	483
19.1.1. Rozkład zerojedynkowy	483
19.1.2. Rozkład dwumianowy i prawo wielkich liczb	484
19.1.3. Rozkład hipergeometryczny	486
19.2. Najprostsze rozkłady zmiennych ciągłych	489
19.2.1. Rozkład jednostajny	489
19.2.2. Rozkład trójkątny	490
19.3. Rozkład normalny i twierdzenia graniczne	491
19.3.1. Twierdzenie de Moivre'a–Laplace'a	491
19.3.2. Własności rozkładu normalnego	494
19.3.3. Rozkład normalny standaryzowany	495
19.3.4. Rozkład normalny jako przybliżenie rozkładów empirycznych . . .	499
19.3.5. Centralne twierdzenia graniczne Lindeberga–Levy'ego i Lapunowa oraz ich konsekwencje	501
19.4. Rozkład logarytmiczno-normalny i χ^2	503
19.4.1. Rozkład logarytmiczno-normalny	503
19.4.2. Rozkład χ^2	505
<i>Podstawowe pojęcia. Zadania. Literatura</i>	506
Rozdział 20. Populacja i prosta próba losowa	509
20.1. Reprezentatywność	510
20.2. Dobór prostej losowej próby	511
20.3. Dobór prosty niezależny	514
20.3.1. Populacja prób i statystyki z próby	514
20.3.2. Trzy rozkłady i związki między nimi	516
20.3.3. Nieobciążoność i efektywność estymatora	517
20.3.4. Statystyki S^2 i $\hat{S}^2$	519
20.4. Dobór prosty zależny	521
20.5. Dowody twierdzeń	523
<i>Podstawowe pojęcia. Literatura</i>	525
Rozdział 21. Schematy doboru prób losowych	527
21.1. Losowanie próby z różnymi prawdopodobieństwami wyboru	527
21.2. Dobór warstwowy	532
21.3. Dobór zespołowy	538
21.3.1. Zespoły o jednakowej liczebności	539
21.3.2. Zespoły o różnej liczebności	541
21.4. Dobór dwustopniowy	542
21.4.1. Zespoły o jednakowej liczebności	543
21.4.2. Zespoły o różnej liczebności	545

21.5. Inne schematy losowego doboru próby	547
21.6. Błędy losowe a błędy systematyczne	549
21.7. Dobór losowy a dobór celowy	550
<i>Podstawowe pojęcia. Literatura</i>	<i>551</i>

CZĘŚĆ VI. WNIOSKOWANIE STATYSTYCZNE

Rozdział 22. Estymacja punktowa i przedziałowa	555
22.1. Estymacja punktowa	556
22.1.1. Własności estymatora	556
22.1.2. Metody uzyskiwania estymatorów	560
22.2. Rozkład statystyki „średnia z próby”	563
22.3. Estymacja przedziałowa	565
22.4. Przedziały ufności dla średniej	566
22.4.1. Prawdopodobieństwo różnicy między średnią w dużej próbie a średnią w populacji	567
22.4.2. Estymacja przedziałowa średniej – przypadek dużej próby	570
22.4.3. Estymacja przedziałowa frakcji	574
22.4.4. Szacowanie minimalnej liczebności próby	575
22.4.5. Estymacja przedziałowa średniej z „małej” próby	576
<i>Podstawowe pojęcia. Zadania. Literatura</i>	<i>583</i>
Rozdział 23. Podstawy weryfikacji hipotez statystycznych	585
23.1. Pojęcia podstawowe	585
23.2. Weryfikacja hipotez statystycznych według Neymana–Pearsona	588
23.2.1. Testy statystyczne	588
23.2.2. Zasada Neymana–Pearsona wyboru optymalnego testu statystycznego	593
23.2.3. Własności testów statystycznych	595
23.3. Inne koncepcje weryfikacji hipotez statystycznych	600
23.3.1. Współczesne ujęcia wykorzystujące teorię decyzji	600
23.3.2. Zastosowanie twierdzenia Bayesa	602
23.3.3. Inne koncepcje weryfikacji hipotez statystycznych	604
23.4. Logika weryfikacji hipotez statystycznych	605
<i>Podstawowe pojęcia. Literatura</i>	<i>606</i>
Rozdział 24. Weryfikacja hipotez parametrycznych	609
24.1. Weryfikacja hipotez o wartości średniej	610
24.1.1. Weryfikacja dwóch prostych hipotez o średniej	610
24.1.2. Weryfikacja hipotezy prostej przeciwko hipotezie złożonej: test jednostronny	620
24.1.3. Weryfikacja hipotezy prostej przeciwko hipotezie złożonej: test dwustronny	623
24.2. Szczególne przypadki hipotez o wartości średniej	626
24.2.1. Hipotezy o wielkości frakcji	626
24.2.2. Weryfikacja hipotez o średniej przy użyciu statystyki z oraz testu Studenta	628

24.3. Hipotezy o różnicy dwóch średnich	630
24.3.1. Weryfikacja hipotezy o różnicy średnich w próbach zależnych . . .	630
24.3.2. Weryfikacja hipotezy o różnicy średnich w próbach niezależnych .	632
24.3.3. Weryfikacja hipotezy o różnicy wielkości frakcji w próbach niezależnych	633
24.4. Weryfikacja hipotez o wartości współczynnika korelacji liniowej	636
24.4.1. Weryfikacja hipotez o wartości współczynnika korelacji liniowej z wykorzystaniem rozkładu normalnego lub rozkładu Studenta . . .	636
24.4.2. Weryfikacja hipotezy o wartości kwadratu współczynnika korelacji liniowej z wykorzystaniem testu F	638
<i>Podstawowe pojęcia. Zadania. Literatura</i>	639
Rozdział 25. Weryfikacja hipotez nieparametrycznych	641
25.1. Test chi-kwadrat (χ^2)	642
25.1.1. Konstrukcja testu χ^2	642
25.1.2. Struktura postępowania przy weryfikacji hipotezy nieparametrycznej za pomocą testu chi-kwadrat	645
25.2. Weryfikacja hipotezy o zgodności	646
25.2.1. Test zgodności chi-kwadrat	646
25.2.2. Inne testy zgodności	649
25.3. Weryfikacja hipotezy o niezależności	650
25.3.1. Test niezależności chi-kwadrat	650
25.3.2. Inne testy niezależności	652
25.4. Weryfikacja hipotezy o jednorodności	653
25.4.1. Test jednorodności chi-kwadrat	653
25.4.2. Inne testy jednorodności	655
25.5. Weryfikacja hipotezy o braku regularności	656
<i>Podstawowe pojęcia. Zadania. Literatura</i>	657
Tablice	659
Indeks	665