

VALENTIN SCÂRCIU

PRELUCRĂRI
DE DATE

**MATRIX
ROM**

BUCUREȘTI 1998

Prof. dr. ing. VALENTIN SCĂRCIU

© MATRIX ROM
C.P. 16 - 162
77500 - BUCUREȘTI
tel. 01/4113617

Handwritten notes in Romanian:
"Am primit de la
prof. dr. ing. Valentin Scărciu
cartea 'Căminul
nostru' în 1975.
Am citit-o cu
interes și am
făcut câteva
notări." (written vertically)
Signature: H. Cămin
Date: 1975

PRELUCRĂRI DE DATE

ISBN 973-9254-86-1

MATRIX ROM

Coperta: Alfred Faltiska

CUPRINS

INTRODUCERE	...	1
1.1. Problematika prelucrării datelor	...	1
1.2. Tipuri de date	...	5
CAP.1. MĂSURARE - CARACTERIZARE GENERALĂ; CATEGORII DE MĂSURĂRI	...	9
1.1. Caracterizarea generală a măsurărilor	...	9
1.1.1. Procesul (operația) de măsurare	...	9
1.1.2. Mărime fizică și valoare a mărimii fizice	...	9
1.1.3. Modalități de realizare a operației de măsurare	...	10
1.1.4. Relații între mărimi și unități de măsură	...	11
1.1.5. Sisteme de unități de măsură	...	13
1.2. Componentele procesului de măsurare	...	14
1.2.1. Mărimea de măsurat	...	14
1.2.2. Instrumente (aparate) de măsurat	...	16
1.2.2.1. Definiții; caracterizări	...	16
1.2.2.2. Structura generală a unui instrument de măsurat	...	17
1.2.2.3. Exemple (simple) de aparate de măsurat	...	18
1.2.3. Etaloane	...	20
1.2.4. Metode de măsurare	...	21
1.2.4.1. Metode directe de măsurare	...	22
1.2.4.2. Metode indirecte de măsurare	...	24
1.3. Categori de măsurări	...	27
1.3.1. Măsurări statice	...	28
1.3.2. Măsurări dinamice	...	28
1.3.3. Măsurări statistice	...	30
1.3.4. Măsurări analogice	...	33
1.3.5. Măsurări numerice	...	34
1.3.6. Măsurări de laborator	...	35
1.3.7. Măsurări industriale	...	35
Aplicații	...	35

CAP.2. PRELUCRAREA DATELOR DE MĂSURARE	... 42
2.1. Incertitudine și eroare de măsurare	... 42
2.2. Cauzele erorilor de măsurare	... 45
2.3. Clasificarea erorilor de măsurare	... 47
2.4. Prelucrarea datelor de măsurare afectate de erori sistematice	... 51
2.4.1. Erori sistematice de metodă	... 51
2.4.2. Erori sistematice de aparat (instrumentale)	... 54
2.4.3. Erori sistematice de influență	... 63
2.5. Prelucrarea datelor de măsurare afectate de erori aleatoare	... 65
2.5.1. Etapele analizei și prelucrării datelor afectate de erori aleatoare	... 65
2.5.2. Postulatele erorilor aleatoare valabile pentru repartiții empirice	... 68
2.5.3. Definirea și determinarea valorilor tipice de selecție	... 68
2.5.4. Nivel și interval de încredere	... 75
2.5.5. Calculul erorilor asupra valorilor medii	... 77
2.5.6. Medii ponderate	... 79
Aplicații	... 80
2.6. Combinarea (compunerea) erorilor sistematice și aleatoare	... 86
2.7. Teste pentru depistarea erorilor grosiere	... 90
2.8. Calculul erorilor la măsurările indirecte bazate pe relații explicite	... 94
2.9. Calculul erorilor la măsurările indirecte bazate pe relații implicite	... 101
2.10. Prezentarea rezultatelor măsurărilor	... 103
Aplicații	... 106
2.11. Aplicarea teoriei informației la evaluarea erorilor de măsurare	... 111
CAP.3. METODE DE ESTIMARE A PARAMETRILOR	... 115
3.1. Noțiuni de teoria estimației	... 115
3.2. Tipuri de estimații; proprietăți	... 116
3.3. Estimarea valorii reale a unei mărimi măsurate	... 121
3.4. Estimarea preciziei măsurărilor	... 126

3.5. Estimarea parametrilor prin metoda celor mai mici pătrate	... 129
3.5.1. Principiul metodei celor mai mici pătrate	... 129
3.5.2. Estimarea rezultatelor obținute din măsurări directe	... 132
3.6. Estimarea parametrilor prin metoda verosimilității maxime	... 134
3.6.1. Principiul metodei verosimilității maxime	... 134
3.6.2. Estimarea mediei și dispersiei din măsurări directe	... 135
3.7. Estimarea parametrilor prin metoda intervalelor de încredere	... 137
3.7.1. Principiul metodei intervalelor de încredere	... 137
3.7.2. Estimarea mediei și dispersiei prin metoda intervalelor de încredere	... 139

CAP.4. DEPENDENȚA STOCHASTICĂ

4.1. Considerații generale	... 142
4.2. Precizări teoretice de bază	... 142
4.3. Curbe de regresie	... 146
4.4. Estimarea parametrilor tipici de regresie	... 148

CAP.5. VERIFICAREA IPOTEZELOR STATISTICE

5.1. Noțiunea de ipoteză statistică	... 154
5.2. Erori de genul întâi și de genul al doilea	... 156
5.3. Etapele verificării unei ipoteze statistice	... 156
5.4. Tipuri de teste; puterea unui test	... 158
5.5. Teste de concordanță dintre repartițiile empirice și cele teoretice	... 160
5.5.1. Testul Kolmogorov	... 161
5.5.2. Testul χ^2	... 163
5.5.3. Testul Smirnov	... 167
5.5.4. Testul Cramer - von Mises	... 168
5.6. Teste pentru verificarea normalității	... 168
5.6.1. Metode expeditiv de verificare a normalității	... 169
5.6.2. Testul Lilliefors	... 170
5.7. Verificarea ipotezelor statistice asupra stabilității proceselor tehnologice	... 172
5.7.1. Teste de verificare a stabilității centrării	... 172
5.7.2. Teste de verificare a stabilității preciziei	... 179

ANEXA A. ELEMENTE DE TEORIA PROBABILITĂȚILOR	... 184
ANEXA B. LEGI DE REPARTIȚIE UTILIZATE ÎN PRELUCRAREA DATELOR EXPERIMENTALE	... 199
ANEXA C. Valorile funcției $\Phi(z)$	... 208
ANEXA D. Repartiția Student; valorile $t_{k,\eta}$ pentru care $P(t \leq t_{k,\eta}) = \eta$	... 210
ANEXA E. Valorile parametrului $v_{n,\alpha}$ pentru aplicarea testului Grubbs - Smirnov	... 212
ANEXA F. Valorile coeficienților $q(\eta,k)$ pentru estimația (3.54)	... 213
ANEXA G. Valorile coeficienților $z_1(\eta,k)$ și $z_2(\eta,k)$ pentru estimația (3.55)	... 214
ANEXA H. Valorile critice ale mărimii H pentru verificarea semnificației coeficientului empiric de corelație	... 215
ANEXA I. Valorile funcției $K(\lambda)$ pentru aplicarea testului Kolmogorov	... 216
ANEXA J. Repartiția χ^2; valorile $\chi^2_{k,\alpha}$ pentru care $P(\chi^2 \leq \chi^2_{k,\alpha}) = \alpha$	... 217
ANEXA K. Valorile critice $C_{1-\alpha}$ pentru aplicarea testului Cramer - von Mises	... 220
ANEXA L. Valorile critice $D_{n;1-\alpha}$ ale testului Lilliefors pentru verificarea normalității	... 220
ANEXA M. Valorile critice $A_{k;1-\alpha}$ ale testului Abbe pentru egalitatea mediilor	... 221
ANEXA N. Valorile $F_{k_1;k_2;0,95}$ pentru aplicarea testului Fisher	... 222
ANEXA O.a. Valorile critice $C_{k;n-1;0,95}$ pentru aplicarea testului Cochran	... 225
ANEXA O.b. Valorile critice $C_{k;n-1;0,99}$ pentru aplicarea testului Cochran	... 226
Bibliografie	... 227

