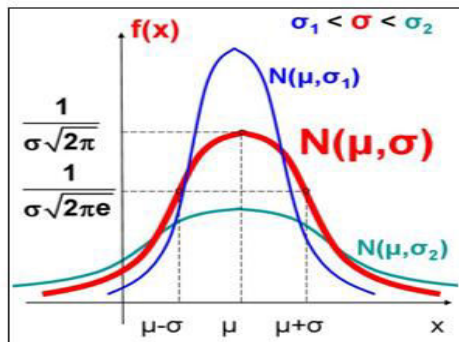




UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

METODE DE PRELUCRARE PRELIMINARĂ A DATELOR EXPERIMENTALE

Note de curs



Chișinău
2022

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

**FACULTATEA ELECTRONICĂ ȘI TELECOMUNICAȚII
DEPARTAMENTUL TELECOMUNICAȚII ȘI SISTEME ELECTRONICE**

**METODE DE PRELUCRARE
PRELIMINARĂ A DATELOR
EXPERIMENTALE**

Note de curs

**Chișinău
Editura "Tehnica-UTM"
2022**

CZU 519.6(075.8)

§ 50

Lucrarea a fost discutată și aprobată pentru editare la ședința Consiliului Facultății Electronică și Telecomunicații, proces-verbal nr.6 din 20.04.22.

În notele de curs sunt expuse metodele de prelucrare preliminară a datelor experimentale unidimensionale, bidimensionale și multidimensionale, sunt descrise etapele succesive ale prelucrării statistice a informațiilor experimentale privind parametrii obiectelor multifactoriali.

Pentru fiecare metodă este expus materialul teoretic relevant și exemple practice care vor contribui la studierea fundamentelor teoretice și aspectelor practice ale obiectelor complexe de electronică și telecomunicații.

Notele de curs sunt destinate studenților specialității *Sisteme și comunicații electronice, Ciclu II*, pentru însușirea disciplinei *Managementul investigațiilor științifice*, proiectarea de an și de master, precum și elaborarea lucrărilor de investigație științifică, inclusiv a tezelor de doctor.

Autor: conf. univ., dr. Tatiana Șestacova

Redactor responsabil: conf. univ., dr. Lilia Sava

Recenzent: conf. univ., dr. Pavel Nistiriuc

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII DIN RM

Șestacova, Tatiana.

Metode de prelucrare preliminară a datelor experimentale: Note de curs / Tatiana Șestacova; redactor responsabil: Lilia Sava; Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Electronică și Telecomunicații, Departamentul Telecomunicații și Sisteme Electronice.

– Chișinău: Tehnica-UTM, 2022. – 65 p.: fig., tab.

Aut. indicat pe vs. f. de tit. – Bibliogr.: p. 64-65 (14 tit.). – 25 ex.

519.6(075.8)

§ 50

CUPRINS

INTRODUCERE	4
1. METODE DE PRELUCRARE PRELIMINARĂ A DATELOR EXPERIMENTALE UNIDIMENSIONALE ..	9
1.1 Calculul eşantioanelor de volum mic și mare.....	9
1.2 Calculul eşantioanelor de volum mare	17
1.3 Metoda de determinare a legii de distribuție a variabilelor aleatorii	21
2. METODE DE PRELUCRARE PRELIMINARĂ A DATELOR EXPERIMENTALE BIDIMENSIONALE ...	30
2.1 Cercetarea dependenței corelaționale în pereche	30
2.2 Calculul ecuațiilor de corelație și de regresie prin metoda Cebâșev	33
2.3 Calculul ecuației de regresie prin metoda celor mai mici pătrate (MCMP)	38
3. METODE DE PRELUCRARE PRELIMINARĂ A DATELOR EXPERIMENTALE MULTIDIMENSIONALE	42
3.1 Reducerea dimensiunii spațiului factorial	42
3.2 Metoda pleiadelor de corelație	43
3.3 Metodele analizei dispersionale	48
3.4 Metodele estimării de expert..	52
Subiecte pentru evaluările periodice și finală	62
BIBLIOGRAFIE	64

INTRODUCERE

Actualmente, există o necesitate stringentă de dezvoltare a metodelor și mijloacelor de realizare a cercetării științifice pentru a rezolva problemele de creștere a eficienței diferitelor sectoare ale economiei. Acest lucru duce la necesitatea unei analize cuprinzătoare a sistemelor complexe, ținând cont de specificul industriei.

O astfel de analiză se bazează pe implementarea cercetărilor aplicate privind funcționarea și dezvoltarea obiectelor și proceselor bazate pe metode moderne de prelucrare a informațiilor. Scopul final al unei astfel de cercetări este de a crește eficiența gestionării obiectelor și proceselor moderne cu structură complexă.

În aceste condiții, este deosebit de importantă studierea și dezvoltarea metodelor moderne de cercetare științifică, metode de descriere și gestionare a obiectelor tehnice bazate pe desfășurarea și managementul experimentelor științifice.

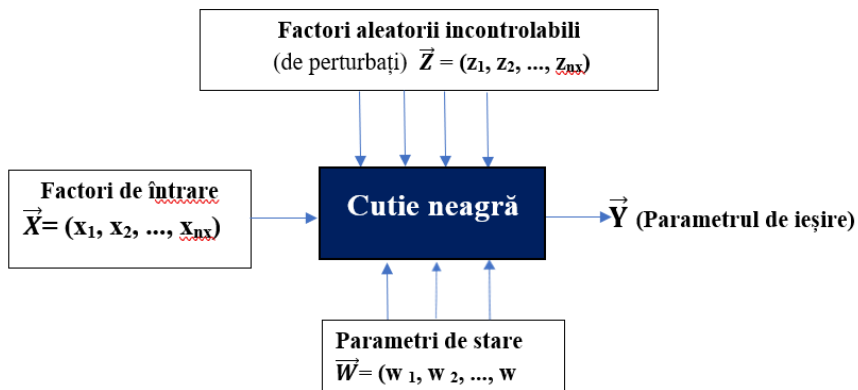
Experimentul științific – reprezintă un complex de măsuri direcționate spre implementarea eficientă a cercetărilor. Scopul principal al experimentului științific este obținerea preciziei maxime a rezultatelor dintr-un număr minim de experimente efectuate și menținerea autenticității statistice a rezultatelor.

Obiectivul disciplinei – studierea principiilor și metodelor de organizare, realizare și managementul experimentelor științifice, prelucrarea matematică a datelor experimentale statistice, obținerea modelelor matematice privind obiectele electronice în scopul controlului și prognozării stărilor de obiecte.

În dezvoltarea și studiul diferitelor obiecte, pentru a le controla și a le gestiona, este necesar să se efectueze diverse experimente asupra lor pentru a înțelege legile funcționării acestora. Acest lucru este valabil mai ales când se studiază obiectele **multifactoriale**, adică cele care implică influența unui număr mare

de factori (5 sau mai mulți) asupra funcționării obiectului pentru obținerea rezultatului final.

Pentru a rezolva astfel de probleme, se utilizează așa-numita abordare a „Cutiei Negre”(CN).



Conform acestei abordări, obiectul este reprezentat sub forma unei anumite „cutii negre”, la intrarea căreia acționează:

- 1) factorii de intrare controlați X ;
- 2) parametrul de ieșire, funcție scop, funcție de răspuns;
- 3) parametrii de stare ai obiectului W în sine;
- 4) factori aleatorii incontrollabili Z care pot afecta și funcția scop Y .

La ieșire este rezultatul interacțiunii tuturor influențelor - funcția scop $Y(X)$. Tot ce se întâmplă în interiorul CN în astfel de obiecte nu se cunoaște: cum și cât de puternic sunt interconectați factorii, ce reacții fizice / chimice apar etc.

În general, chiar și o listă completă a factorilor de intrare poate fi necunoscută. În plus, în timpul interacțiunii factorilor (adică în timpul funcționării obiectului), pot acționa diferiți **factori aleatorii**

incontrolabili care nu depind de obiectul însuși sau de cercetător, ce sunt imposibil de prezis, dar afectează rezultatul final.

Este extrem de dificil să gestionezi (controlezi) un astfel de obiect. În general, există două moduri de a rezolva problema controlului:

1. Selectați **experimental** valorile factorilor de intrare X , la care rezultatul va fi valoarea necesară a parametrului de ieșire Y ;

2. Obțineți **legea** (ecuația) dependenței $Y = f(X)$ și controlați obiectul pe baza acestuia.

Prima cale este dificilă și ineficientă. *Dar a doua modalitate merită luată în considerare.*



Deci, pentru a controla obiectele complexe, trebuie să cunoașteți legea $Y=f(X)$, conform căreia obiectul funcționează, adică, să cunoască legea schimbării funcției scop Y în funcție de valorile factorilor controlați de intrare pe fondul acțiunii factorilor aleatorii.

Ecuația relației $Y = f(X)$ în condițiile acțiunii unor factori aleatorii incontrolabili poate fi obținută, folosind diferite metode matematice de prelucrare a datelor privind „comportamentul” obiectului. Aceste date pot fi obținute doar experimental, observând obiectul și fixându-i parametrii. Cu alte cuvinte, pentru a obține o ecuație a relației, vor fi parcurse **4 etape**:

1. Elaborați un plan pentru experimentul special.

2. Aplicați acest experiment obiectului, colectând o cantitate semnificativă de date statistice cu privire la parametrii obiectului.

3. Procesati rezultatele experimentului și obțineți ecuația $Y = f(X)$.

4. Efectuați optimizarea rezultatelor obținute.

Ecuația legăturii $Y = f(X)$ se numește modelul matematic (MM) al obiectului.

În general, există 2 tipuri de modele:

1) model fizic - macheta obiectului;

2) model matematic - ecuație matematică sau ecuație de regresie:

$$Y = f(X).$$

Toate metodele de cercetare asociate cu efectuarea acestor 4 etape pot fi împărțite în 3 grupe:

1. Metode de prelucrare preliminară a datelor experimentale

2. Metode de planificare a experimentelor și modelare matematică

3. Metode de optimizare

În aceste note de curs sunt descrise și analizate metodele de prelucrare preliminară a datelor experimentale.

Metodele de prelucrare preliminară a datelor experimentului științific pot fi expuse sub forma unei diagrame reprezentate în figura 1.1.

După cum se observă în diagramă, toate metodele de prelucrare preliminară a datelor experimentale pot fi împărțite în 3 grupuri:

- 1) metode de prelucrare a datelor unidimensionale;
- 2) metode de prelucrare a datelor bidimensionale;
- 3) metode de prelucrare a datelor multidimensionale.

Luați în considerare mai detaliat principalele metode de prelucrare primară a datelor statistice obținute în experimentele științifice. Acestea se bazează pe analiza de sistem, principiile statisticii matematice și teoria probabilității, pe metodele de analiză a corelației și regresiei, precum și a modelării a priori pe baza evaluărilor experților.

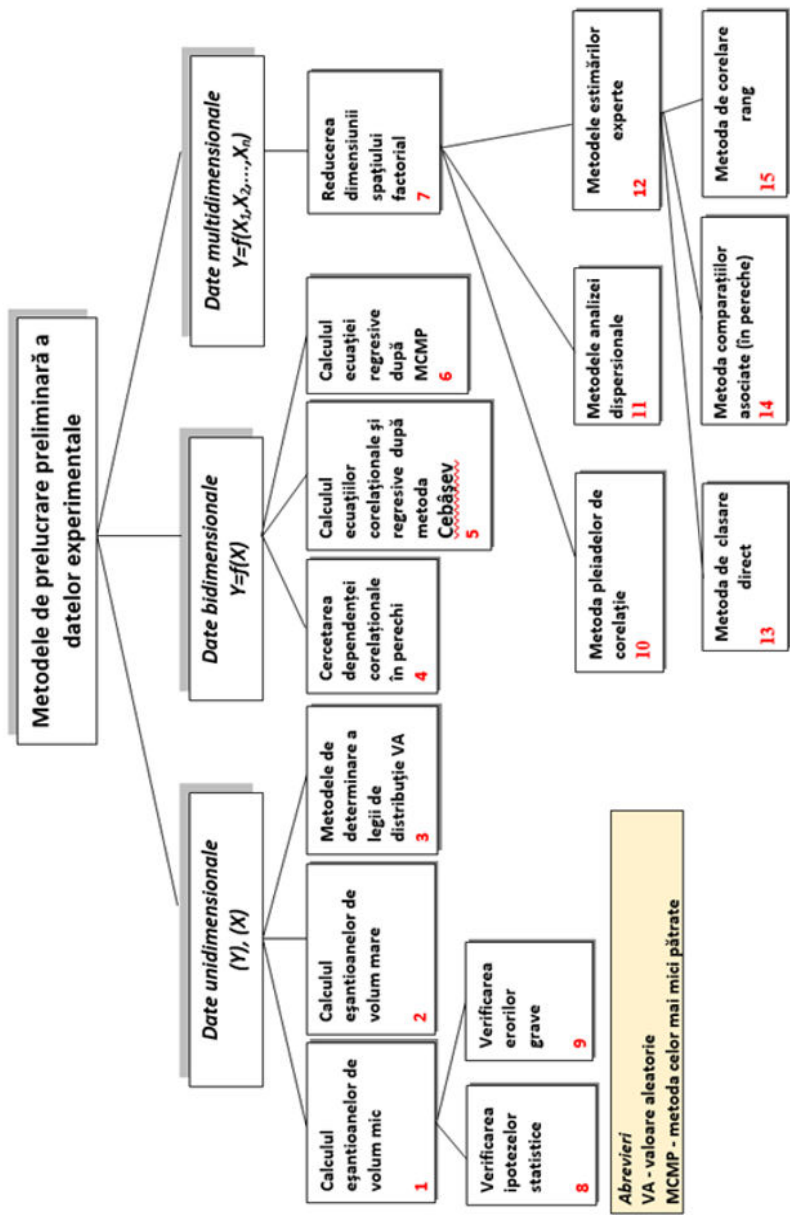


Fig. 1 Diagrama metodelor de prelucrare preliminară a datelor experimentului științific

BIBLIOGRAFIE

1. George E.P. Box, William G. Hunter and J. Stuart Hunter, *Statistics for Experimenters - An Introduction to Design, Data Analysis, and Model Building* (John Wiley and Sons, Inc. 2015). ISBN 0-471-09315-7
2. Dolgov Iu. *Modelarea statistică: Manual*. Tiraspol: Poligrafist, 2014. - 352 p.
3. E.W. Weisstein. *Least Squares Fitting*, Wolfram MathWorld, 2002. Disponibil: <https://mathworld.wolfram.com/LeastSquaresFitting.html>.
4. *Method of Least Squares*. Disponibil: https://www.brainkart.com/article/Method-of-Least-Squares_39255/
5. Şestacova, T. *Analiza statistică și modelarea datelor experimentale*. Note de curs. – Chişinău.: TUM, 2015. – 113 p.
6. Şestacova T., Bodean Gh. *Analiza statistică a datelor experimentale. Îndrumări metodice*. Chişinău: SRE UTM, 2005. - 68p.
7. George E.P. Box, William G. Hunter and J. Stuart Hunter. *Statistics for Experimenters - An Introduction to Design, Data Analysis, and Model Building* (John Wiley and Sons, Inc. 2015). ISBN 0-471-09315-7.
8. *Analiza dispersională (ANOVA)*. Disponibil: <https://www.studocu.com/ro/document/academia-de-studii-economice-din-bucuresti/statistica-statistics/analiza-dispersionala/22233861>.
9. *Analiza variației*. Disponibil: https://ro.frwiki.wiki/wiki/Analyse_de_la_variance.
10. Ciumac P. ș.a. *Teoria probabilităților și elemente de statistică matematică*. Chişinău: Editura „Tehnica” UTM, 2003.
11. Линник Ю.В. *Метод наименьших квадратов и основы теории обработки наблюдений*. М.: Физматгиз, 1962.

12. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений. М.: Наука, 1971.

13. Țurcanu A. Aplicarea metodei celor mai mici pătrate la studierea corelației dintre factorii climaterici în Republica Moldova. Chișinău: UTM, 2017. 6 p. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/138-143_0.pdf.

14. Costăș A. Metoda celor mai mici pătrate. Lecții UTM. Disponibil: <https://lectii.utm.md/courses/analiza-matematica/1645-1662>.

Redactor Eugenia Balan

Bun de tipar 06.06.22	Formatul 60x84 1/16
Hârtie ofset. Tipar RISO	Tirajul 25 ex.
Coli de tipar 4,0	Comanda nr. 60

UTM, 2004, bd. Ștefan cel Mare și Sfânt, 168, Chișinău
Editura „Tehnica-UTM” 2045, str. Studenților 9/9, Chișinău