

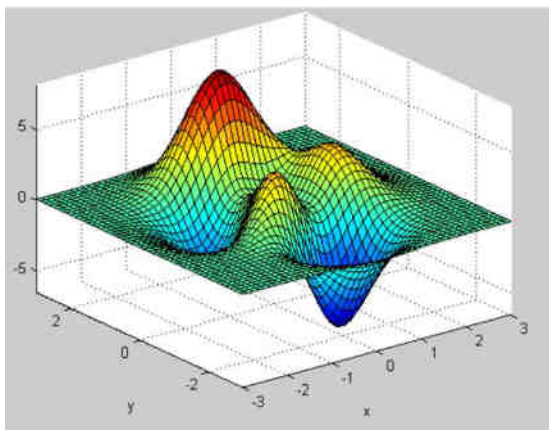


Digitally signed by
Technical Scientific
Library, TUM
Reason: I attest to the
accuracy and integrity of
this document

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

PLANIFICAREA EXPERIMENTELOR ȘTIINȚIFICE ȘI MODELAREA MATEMATICĂ

Note de curs



Chișinău
2023

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI
FACULTATEA ELECTRONICĂ ȘI TELECOMUNICAȚII
DEPARTAMENTUL TELECOMUNICAȚII ȘI SISTEME ELECTRONICE

**PLANIFICAREA EXPERIMENTELOR ȘTIINȚIFICE
ȘI MODELAREA MATEMATICĂ**

Note de curs

Chișinău
Editura "Tehnica-UTM"
2023

CZU 519.6(075.8)

Ş 50

Lucrarea a fost discutată și aprobată pentru editare la ședința Consiliului Facultății Electronică și Telecomunicații, proces-verbal nr.6 din 29.06.23.

În notele de curs sunt expuse metodele științifice de modelare matematică în baza planurilor speciale pentru experimente pasive și active, sunt descrise etapele succesive ale prelucrării statistice a informațiilor experimentale privind parametrii obiectelor multifactoriale.

Metodele de modelare sunt descrise în detaliu, este dată analiza comparativă a acestora după diverse criterii.

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*, Ciclul 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

Recenzent: conf. univ., dr. Pavel Nistiriuc

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII DIN RM

Șestacova, Tatiana.

Planificarea experimentelor științifice și modelarea matematică:
Note de curs / Tatiana Șestacova; Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Electronică și Telecomunicații, Departamentul Telecomunicații și Sisteme Electronice.

– Chișinău: Tehnica-UTM, 2023. – 62 p.: fig., tab.

Aut. indicat pe verso f. de tit. – Bibliogr.: p. 60 (8 tit.). – 25 ex.

ISBN 978-9975-45-990-7

© UTM, 2023

CUPRINS

INTRODUCERE	4
1. METODE DE MODELARE MATEMATICĂ A REZULTATELOR EXPERIMENTULUI ACTIV. .	8
1.1 Informații generale.....	8
1.2 Experiment factorial complet (EFC).....	12
1.3 Experiment factorial fracțional (EFF).....	25
1.4 Planificarea de ordinul 2	28
1.4.1 Informații generale	28
1.4.2 Planificarea compozițională centrat ortogonală	30
1.4.3 Planificarea compozițională centrat rotatabilă	32
1.5 Planificarea experimentului în condițiile derivei necontrolate în timp	34
2. METODE DE MODELARE MATEMATICĂ ÎN CONDIȚIILE EXPERIMENTULUI PASIV	43
2.1 Informații generale.....	43
2.2 Metoda modificată a balanței aleatorii (MMBA) (pasivă).....	45
2.3 Metoda celor mai mici pătrate (clasică).....	52
2.4 Metoda celor mai mici pătrate cu ortogonalizare (MCMPO)	53
2.5 Caracteristici comparative ale metodelor de modelare matematice	56
Subiecte pentru evaluarea periodică și finală	58
BIBLIOGRAFIE	60
ANEXĂ	61

PLANIFICAREA EXPERIMENTELOR ȘTIINȚIFICE ȘI MODELAREA MATEMATICĂ

INTRODUCERE

Una dintre metodele de cercetare și de definire a relațiilor dintre parametri proceselor complexe este modelarea matematică. Modelul matematic este necesar pentru a monitoriza, a controla și a prezice „comportamentul” obiectului studiat. Modelele matematice pot fi obținute din rezultatele experimentelor științifice speciale implementate pe obiectul studiat.

Experiment științific – 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.

Model – sistem simplificat ce reflectă particularitățile obiectului studiat. Un proces poate fi descris prin metode diferite. Cu toate acestea, nici un model nu poate descrie amplu și absolut procesul studiat. Însă aplicarea unui model simplificat, care reflectă unele caracteristici ale obiectului, permite a observa mai clar interlegătura dintre cauză și efect, intrare și ieșire, mai repede a trage concluzii și acțiunile necesare.

În general, există 2 tipuri de modele:

1. Modelul fizic (ex.: modelul ICE, modelul atomic, modelul sistem solar etc.).

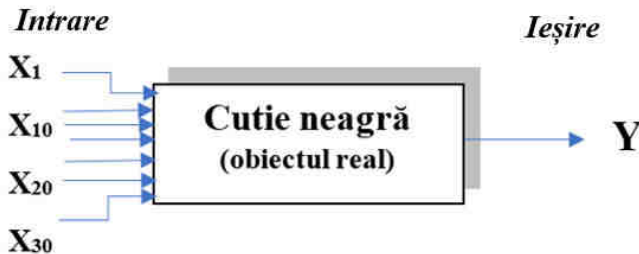
Modelarea fizică a obiectului constă în reproducerea lui în altă scară, în condiția că analiza obiectului se realizează prin substituirea procesului fizic studiat cu un proces similar de aceeași natură fizică. Aici este posibilă transferarea cantitativă a rezultatelor experimentului de la model la original. Însă pentru analiza proceselor și obiectelor complexe, precum sunt majoritatea circuitelor și rețelelor electronice, și proceselor tehnologice de

producere a echipamentului electronic aplicarea modelării (simulării) fizice este îngreunată, deoarece necesită un număr mare de criterii și restricții, care pot fi incompatibile și deseori nerealizabile.

2. Modelul matematic

Modelarea matematică este descrierea cantitativă sau calitativă a obiectului sau procesului prin care obiectul real, procesul sau fenomenul se simplifică, schematizează și se descrie printr-o ecuație respectivă. Pentru aceasta, se aplică diferite mijloace matematice – ecuații diferențiale sau integrale, algebra abstractă, logica matematică, teoria probabilităților, statistici matematice etc.

În acest caz, obiectul este reprezentat sub forma unei „cutii negre”.



„**Cutie neagră**” – metodă științifică în care, în conformitate cu datele cunoscute la intrarea și ieșirea obiectului, este necesar să se determine legea după care are loc transformarea informației.

Scopul modelării matematice este de a stabili o relație matematică între ieșirea și intrarea „cutiei negre”.

Orice cercetare, pentru a determina modelul matematic, constă în următoarele etape:

- 1. Etapa de stabilire a problemei.**
- 2. Etapa de planificare și realizare a experimentului.**
- 3. Prelucrarea rezultatelor experimentului, calculul modelului matematic.**
- 4. Analiza și interpretarea rezultatelor.**

O etapă foarte importantă este formularea *scopului* și *obiectivelor* cercetării, compilarea unei liste de factori de intrare controlați și determinarea parametrului-scop (de ieșire), a cărui ecuație va fi calculată în baza rezultatelor unui experiment științific.

Pentru a calcula modelul matematic, se utilizează rezultatele experimentelor care pot fi de două tipuri:

- 1. *Experiment activ.***
- 2. *Experiment pasiv.***

Pentru implementarea fiecărui tip de experiment există planuri specifice construite după reguli speciale. În baza rezultatelor implementării acestor planuri se calculează modelele matematice, iar fiecare tip de plan are propriul său tip de model.

Vom lua în considerare mai detaliat regulile de construire și implementare a experimentelor, procedura de calcul al modelului matematic și interpretarea rezultatelor obținute.

Metodele de modelare matematică a unui experiment științific pot fi reprezentate sub forma unei clasificări reprezentate în Fig. 1.

Vom lua în considerare mai detaliat metodele de modelare matematică reprezentate în clasificarea de mai sus.

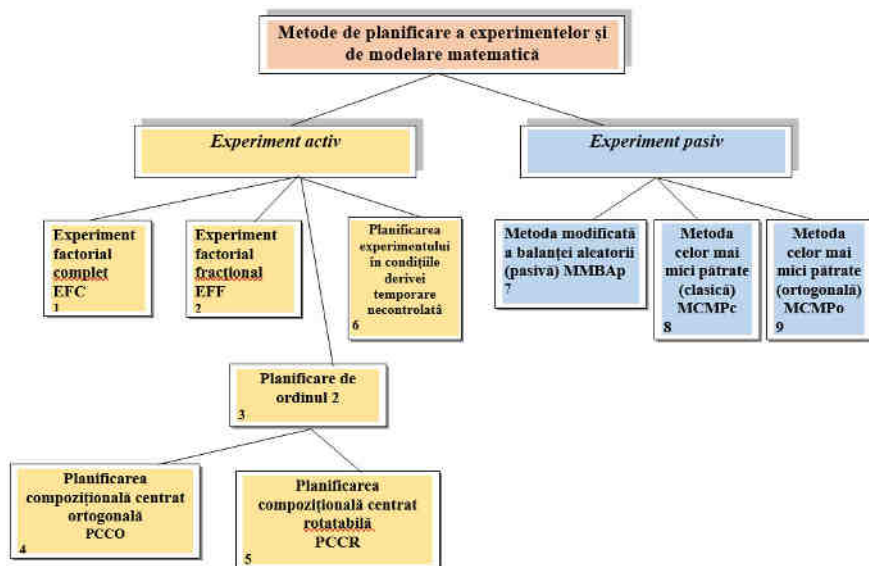


Fig. 1. Clasificarea metodelor de planificare a experimentelor și modelarea matematică

BIBLIOGRAFIE

1. Şestacova Tatiana. Metode de prelucrare preliminară a datelor experimentale. Note de curs. Chişinău: Editura „Tehnica-UTM”, 2022. - 65 p.
Disponibil: <http://repository.utm.md/handle/5014/20556>
2. Şestacova T., Bodean Gh. Analiza și modelarea statistică a datelor experimentale. Îndrumar metodic. Chişinău: SRE UTM, 2009. - 44 p.
3. 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.
4. Dolgov Iu. Modelarea statistică: Manual. Tiraspol: Poligrafist, 2014. - 352 p.
5. Şestacova T. Analiza statistică și modelarea datelor experimentale. Note de curs. Chişinău, UTM, 2015. - 113 p.
6. Şestacova T., Bodean Gh. Analiza statistică a datelor experimentale. Îndrumări metodice. Chişinău: SRE UTM, 2005. - 68 p.
7. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. 2-е изд. М: Наука, 1996.
8. Dharmaraja Selvamuthu, Dipayan Das. Introduction to Statistical Methods, Design of Experiments and statistical quality control. Springer: New Delhi, 2018.