



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

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI
FACULTATEA URBANISM ȘI ARHITECTURĂ
CATEDRA CĂI FERATE, DRUMURI ȘI PODURI

Serghei ANDRIEVSCHI Valeriu LUNGU Ala CARCEA

BAZELE CERCETĂRILOR APLICATIVE
Curs universitar

Chișinău
Editura "Tehnica-UTM"
2013

CZU 519.2(075.8)

A 54

Prezentul curs universitar este destinat masteranzilor din domeniul 58 *Arhitectură și construcții* (programe de master: Drumuri, materiale și mecanizare în construcții; Managementul sistemelor de inginerie sanitară și protecția mediului; Ingineria instalațiilor de asigurare a microclimei în clădiri; Urbanism și amenajarea teritoriului). Lucrarea a fost aprobată de Consiliul Facultății Urbanism și Arhitectură, UTM, proces-verbal nr.10 din 27 mai 2013.

Autori: conf. univ., dr. Serghei Andrievschi
conf. univ., dr. Valeriu Lungu
lector superior Ala Carcea

Coperta: lector superior Sergiu Tronciu
Red. resp.: prof. univ., dr. hab. Mircea Andriuță

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții

Andrievschi, Serghei

Bazele cercetărilor aplicative: Curs univ. / Serghei Andrievschi, Valeriu Lungu, Ala Carcea; Univ. Tehn. a Moldovei, Fac. Urbanism și Arhitectură, Catedra Căi Ferate, Drumuri și Poduri. – Chișinău: Tehnica-UTM, 2013. – 216 p.

50 ex.

ISBN 978-9975-45-283-0

519.2(075.8)

A 54

ISBN 978-9975-45-283-0

© U.T.M., 2013

,
n curajos în primejdie, tare în
st în fericire, a fost obiectul
printre suverani și popoare,
realizând fapte mari cu mijloace modeste”.
N. Caramzin

PREFAȚĂ

Scopul principal al cercetărilor științifice în general constă în descoperirea însușirilor obiective ale fenomenelor, care sunt exprimate deplin numai în totalitatea generală a valorilor mărimii aleatorii, pe baza însușirilor acestui fenomen, exprimate de totalități parțiale obținute în procesul observațiilor sau experimentului.

Orice proces tehnologic, conform profesorului V. Nalimov [1], este un sistem difuz (rău organizat) și depinde de un număr mare de factori din care unii sunt dirijați, dar cei mai mulți nu sunt dirijați. Menținerea factorilor dirijați la nivelul corespunzător se efectuează cu unele abateri de la valoarea lor medie. Factorii nedirijați își schimbă valoarea în mod aleatoriu. Toate acestea conduc la variația parametrilor de calitate ai producției fabricate.

Descrierea matematică a acestor sisteme este posibilă, utilizând modelele matematice în formă de polinoame care se obțin folosind metodele statisticii matematice și mai ales a metodelor de planificare a experimentului, bazate pe utilizarea optimală a spațiului factorilor independenți.

Modelele polinomiale sunt foarte utile la rezolvarea problemelor extremale (căutarea condițiilor optimale de desfășurare a procesului tehnologic) și pot fi folosite pentru descrierea mecanismului fenomenului cercetat.

Planificarea experimentului este un complex de măsuri direcționate spre executarea experiențelor în modul cel mai efektiv. Scopul de bază al planificării experimentului constă în obținerea

preciziei maxime a măsurărilor printr-un număr mic de experiențe,
dar cu păstrarea veridicității statistice a rezultatelor.

CUPRINS

PREFAȚĂ	3
1. METODE PROBABILISTICO–STATISTICE ÎN TEHNOLOGIE	4
1.1. Scurt istoric	4
1.2. Avantajele și dezavantajele metodelor statistice de planificare a experimentului	7
1.3. Schema generală de rezolvare a problemelor tehnologice pe baza metodelor probabilistico- statistice	8
2. CALCULUL MATRICEAL	13
2.1. Tipurile matricelor	13
2.2. Operații asupra matricelor	15
2.3. Însușirile matricelor	19
3. NOȚIUNI DE BAZĂ ALE TEORIEI MATEMATICE A PLANIFICĂRII EXPERIMENTULUI	25
3.1. Experimentul pasiv	25
3.2. Experimentul activ	26
3.3. Consecutivitatea rezolvării problemelor	27
3.4. Factorii și parametri de optimizare	29
3.5. Ecuația de regresie	30
3.6. Spațiul factorial și codificarea variabilelor [13] ..	32
3.7. Suprafața funcției de răspuns	36
3.8. Matricea de planificare	36
3.9. Deducerea ecuației matriciale pentru determinarea coeficienților modelului matematic	38
4. PLANIFICAREA ORTOGONALĂ DE GRADUL ÎNTÂI	44
4.1. Calcularea coeficienților modelului liniar	45

4.2.	Caracteristicile probabilistice și însușirile modelelor liniare	47
4.3.	Estimarea omogenității dispersiilor experimentului	49
4.4.	Estimarea statistică a semnificației coeficien- ților modelului matematic	50
4.5.	Estimarea corespunderii modelului matematic .	52
4.6.	Calculul matricei informaționale Fischer și a matricei dispersiilor–covariațiilor	54
4.7.	Dispersia valorii pronosticate a funcției de răspuns	56
4.8.	Planificarea experimentului pentru 3-4 și mai mulți factori	58
4.9.	Randomizarea (introdusă de R. Fisher).	60
5.	PLANIFICAREA FACTORIAL-FRAȚIONARĂ	60
5.1.	Saturația și surplusul planurilor	60
5.2.	Experimentul fracționar	61
5.3.	Semireplici. Amestecarea efectelor	64
5.4.	Sferturi de replici. Amestecarea efectelor	70
6.	DETERMINAREA ZONEI EXTREMUMULUI	75
6.1.	Date generale	75
6.2.	Exemplu de determinare a zonei extremumului .	79
7.	DESCRIEREA ZONEI EXTREMUMULUI	88
7.1.	Criteriile de determinare a necesității utilizării planurilor de gradul doi	88
7.2.	Planificarea ortogonală de gradul doi	89
7.3.	Planuri ortogonale centrale compoziționale	94
7.4.	Planuri rotatabile centrale compoziționale	96
8.	ANALIZA MODELULUI	102
8.1.	Date generale	102
8.2.	Exemplu de funcție cu două variabile independente	104
9.	INTERPRETAREA MODELELOR MATEMATICE ALE SISTEMELOR STOCASTICE	108

9.1.	Polinoame de gradul doi	108
9.2.	Construirea izoliniilor	112
9.3.	Criterii de determinare a optimalității planurilor de experimentare	117
10.	ANALIZA DE REGRESIE	120
10.1.	Date generale	120
10.2.	Estimarea coeficienților de regresie în general .	123
10.3.	Cazul cu două variabile	126
10.4.	Exemplu de utilizare a analizei de regresie	130
11.	ANALIZA DISPERSIONALĂ	136
11.1.	Date generale	136
11.2.	Analiza numai a unui factor	139
11.3.	Analiza a doi factori	145
11.4.	Exemplu de analiză dispersională a unui factor .	154
12.	ANALIZA INFORMAȚIEI APRIORICE	166
12.1.	Experimentul psihologic	166
12.2.	Exemplu de cercetare a informației apriorice pe baza experimentului psihologic	180
13.	ESTIMAREA LEGII DE DISTRIBUȚIE A REZISTENȚEI LA DEPLASARE A BARELOR. . . .	189
	BIBLIOGRAFIE	199
	ANEXĂ	201

BIBLIOGRAFIE

1. Налимов В. В., Чернова Н.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. -М.: Наука, 1965.-340 с.
2. Вознесенский В. А. Статистические решения в технологических задачах. - Кишинев: Картеа молдовеняскэ, 1969.-232 с.
3. Вознесенский В. А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях - М.: Статистика, 1974. -192 с.
4. Розанов Г. В., Френкель А. А. Об одной многоэтапной процедуре формализации априорной информации. -Заводская лаборатория, 1970, № 3, стр.319-323.
5. Руководящие технические материалы. Экспериментально-статистические методы получения математического описания и оптимизации сложных технологических процессов (ранговая корреляция). Выпуск 3. -М., 1966. 26 с.
6. Адлер Ю. П., Александрова И. Ф., Грановский Ю. В., Налимов В. В. Об одном методе формализации априорной информации при планировании эксперимента В сб. Планирование эксперимента. - М. 1966, стр. 122-126.
7. Львовский Е. Н. Пассивный и активный эксперимент при исследовании механических характеристик бетона. - Кишинев: Карта молдовеняскэ, 1970.-176 с.
8. Грановский Ю. В. Основы планирования экстремального эксперимента для оптимизации многофакторных технологических процессов. -М.: Наука,1971.
9. Перегуров В. Н. Метод наименьших квадратов и его применение в исследованиях . -М.: Статистика, 1965.
10. Митропольский А. К. Техника статистических

- вычислений. -М: Наука, 1971, 576 с.
11. Калмуцкий В. С. Оптимизация технологии осаждения износостойких покрытий. - Кишинев: Штиинца, 1973, -108 с.
 12. Каталог планов второго порядка / Голикова Т.И., Панченко Л. А., Фридман М. З. -М.: Изд-во Моск. Унта, 1974 (Межфак. лаб. стат. методов МГУ, вып. 47). Ч.1.-1974.-387 с. Ч.2.-1974.-384 с.
 13. Завадский Ю. В. Планирование эксперимента в задачах автомобильного транспорта. - М.: МАДИ, 1978, 156 с.
 14. Serghei Andrievschi. Cercetarea influenței unghiului de aşchiere a organului de lucru asupra rezistenței de amestecare. Rezumatele lucrărilor conferinței tehnico-științifice jubiliare. Volumul 1, Chişinău: UTM, 2000, pag.241-243.
 15. Вознесенский В. А., Ковальчук А. Ф. Принятие решений по статическим моделям. - М.: Статистика, 1978, 192 с.
 16. Теория эксперимента. Налимов В. В. Физико-математическая библиотека инженера. -М.: Наука, 1971, -208 с.
 17. Оптимизация технологических процессов в гальванотехнике / А. М. Гинберг, Ю. В. Грановский, Н. Я. Федоров, В. С. Калмуцкий. -М.: Машиностроение, 1972, 128 с.
 18. Lungu Valeriu. Optimizarea funcțională și constructivă a malaxoarelor cu acțiune continuă cu organe de amestecare în formă de bare. Teza de doctor în tehnică. – Ch.: U.T.M., 2009, 146 pag.