



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

**UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI**

**FACULTATEA CADASTRU, GEODEZIE ȘI CONSTRUCȚII**

**CATEDRA GEODEZIE, CADASTRU ȘI GEOTEHNICĂ**

**Ana VLASENCO**

**Vasile CHIRIAC**

**CARTOGRAFIE MATEMATICĂ**

***CURS UNIVERSITAR***

**CHIȘINĂU  
U.T.M.  
2012**

**CZU 528.9.02:51(075.8)**

**V 69**

În această lucrare sînt expuse noțiunile generale despre cartografia matematică, adică noțiunile de bază privind proiecțiile cartografice în vederea reprezentării suprafeței terestre pe o suprafață plană. Prin conținutul său, lucrarea va determina noțiunile fundamentale și aplicative cu care se operează în cadrul altor discipline geodezice (topografia, geodezia, fotogrametria etc.).

Lucrarea este destinată studenților de la specialitățile: *Geodezie, topografie și cartografie, Cadastru și organizarea teritoriului, Geoinformatică*, de la specialiștii a căror activitate are tangență cu proiecțiile cartografice în cadrul unor lucrări de specialitate, precum și celor care se preocupă de specificul lucrărilor cartografice.

**Recenzent: conf. univ., dr. Livia NISTOR-LOPATENCO**

**Redactor responsabil: lector superior Ana VLASENCO**

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CARȚII

**Vlasenco, Ana**

Cartografie matematică: Curs universitar / Ana Vlasenco, Vasile Chiriac; Univ. Tehn. a Moldovei. Fac. Cadastru, Geodezie și Construcții. Catedra Geodezie, Cadastru și Geotehnică. – Ch.: UTM, 2012. – 256 p.

Bibliogr.: p.255-256 (20 tit.) - 100 ex.

ISBN 978-9975-45-206-9.

528.9.02:51(075.8)

V 69

Redactor: Eugenia BALAN

---

Bun de tipar 13.06.2012

Hîrtie ofset. Tipar RISO

Coli de tipar 16,0

Formatul hîrtiei 60x84/16

Tirajul 100 ex.

Comanda 73

---

**ISBN 978-9975-45-206-9.**

© U.T.M., 2012

## CUPRINS

PREFAȚĂ.....	7
<b>CAPITOLUL 1. NOȚIUNI INTRODUCATIVE.....</b>	<b>8</b>
1.1. Obiectul cartografiei .....	8
1.2. Legătura cartografiei cu alte științe.....	9
1.3. Scurte date istorice din cartografia Republicii Moldova ...	10
<b>CAPITOLUL 2. ELEMENTE GEOMETRICE ALE ELIPSOIDULUI DE ROTAȚIE ȘI ALE SFEREI TERESTRE.....</b>	<b>15</b>
2.1. Elipsoidul de rotație.....	15
2.1.1. Parametrii geometrici ai elipsoidului de rotație.....	15
2.1.2. Parametrii geometrici ai principalilor elipsoizi de referință.....	18
2.1.3. Sisteme de coordonate pentru elipsoidul de rotație.....	20
2.1.4. Ecuțiile parametriche ale elipsei meridiene și ale elipsoidului de rotație.....	23
2.1.5. Raze de curbură pe elipsoidul de rotație.....	26
2.1.6. Lungimea arcului de meridian pe elipsoid.....	33
2.1.7. Lungimea arcului de paralel pe elipsoid.....	37
2.1.8. Aria unui trapez de pe elipsoid.....	38
2.2. Sfera terestră.....	41
2.2.1. Sistemele de coordonate utilizate pe sferă.....	42
<b>2.2.2.</b> Legătura dintre coordonatele geografice și cele sferice.....	45
2.3. Coordonatele plane polare și rectangulare. Caroiajul kilometric.....	46
<b>CAPITOLUL 3. TEORIA GENERALĂ PRIVIND PROIECȚIILE CARTOGRAFICE.....</b>	<b>48</b>
3.1. Ecuțiile hărții.....	48

3.2. Reprezentarea suprafeței elipsoidului în planul de proiecție.....	49
3.3. Deformațiile în plan și studiul lor.....	52
3.3.1. Modulul de deformație liniară ( $\mu$ ).....	52
3.3.2. Elipsa deformațiilor.....	56
3.3.3. Scara generală și scara locală a unei hărți.....	58
3.3.4. Deformațiile areolare.....	60
3.3.5. Deformațiile unghiurilor.....	62
3.4. Relații diferențiale specifice unor clase de proiecții.....	65
3.5. Clasificarea proiecțiilor cartografice.....	70
<b>3.5.1. Clasificarea proiecțiilor cartografice după natura elementelor care nu se deformează.....</b>	
71	
3.5.2. Clasificarea proiecțiilor cartografice după latitudinea polului $Q_0$ al sistemului de coordonate sferice polare.....	73
3.5.3. Clasificarea proiecțiilor cartografice după aspectul general al rețelei normale .....	75
<b>CAPITOLUL 4. PROIECȚII AZIMUTALE.....</b>	<b>81</b>
4.1. Principii de bază ale proiecțiilor azimutale.....	81
4.2. Proiecțiile azimutale drepte.....	83
4.3. Formulele generale ale proiecțiilor azimutale oblice și ale celor transversale.....	87
4.4. Proiecția azimutală neperspectivă echidistantă pe meridiane.....	89
4.5. Proiecția azimutală oblică neperspectivă echivalentă.....	90
4.6. Principiul proiecțiilor azimutale perspective și clasificarea lor.....	94
4.7. Formulele generale pentru calculul coordonatelor în proiecțiile azimutale perspective.....	96
4.8. Proiecții azimutale perspective ortografice.....	99
4.9. Proiecții azimutale perspective centrale. Ortodroma.....	102
4.10. Proiecții azimutale perspective stereografice.....	105

<b>CAPITOLUL 5. PROIECȚII CONICE.....</b>	<b>110</b>
5.1. Proprietăți și formule generale ale proiecțiilor conice.....	110
5.2. Proiecții conice drepte echidistante pe un con tangent la elipsoid.....	114
5.3. Proiecții conice drepte echivalente.....	117
5.4. Proiecții conice conforme, drepte (Proiecții conice Lambert).....	120
5.5. Proiecția hărții internaționale la scara 1:1 000 000.....	127
<b>CAPITOLUL 6. PROIECȚII CILINDRICE.....</b>	<b>134</b>
6.1. Proprietăți generale ale proiecțiilor cilindrice.....	134
6.2. Proiecțiile cilindrice drepte.....	135
6.3. Proiecțiile cilindrice oblice și cilindrice transversale.....	137
6.4. Proiecțiile cilindrice drepte echidistante.....	140
6.5. Proiecțiile cilindrice drepte echivalente.....	145
6.6. Proiecția cilindrică dreaptă Mercator. Loxodroma.....	149
<b>CAPITOLUL 7. PROIECȚIA CILINDRICĂ</b>	
<b>TRANSVERSAL MERCATOR ( GAUSS-KRÜGER).....</b>	<b>160</b>
7.1. Generalități privind proiecția Transversal Mercator.....	160
7.1.1. Principii și elemente de definire.....	160
7.1.2. Aspectul rețelei cartografice și condițiile reprezentării.....	162
7.1.3. Sistemul de numerotare a fuselor de 6° longitudine.....	163
7.1.4. Sistemul și originea axelor de coordonate rectangulare plane.....	164
7.2. Transformarea coordonatelor în proiecția Transversal Mercator.....	166
7.2.1. Transformarea coordonatelor geodezice în coordonate rectangulare plane TM .....	167
7.2.2. Transformarea coordonatelor plane TM în	

coordonate geodezice pe elipsoid .....	171
7.3.    Unghiul de convergență meridiană în proiecția TM.....	176
7.4.    Deformațiile în proiecția TM.....	182
7.4.1.  Calculul deformațiilor din proiecția TM în funcție de coordonatele geodezice .....	182
7.4.2.  Calculul deformațiilor din proiecția TM în funcție de coordonatele rectangulare plane.....	187
7.5.  Reducerea direcțiilor la planul de proiecție TM (Reducerea la coardă).....	193
7.6.  Reducerea distanțelor de pe elipsoid la planul de proiecție TM.....	207
7.7.  Formarea fuselor de 3°.....	211
7.8.  Transcalcularea coordonatelor plane TM dintr-un fus în altul.....	212
7.9.  Nomenclatura trapezelor de pe elipsoid utilizate drept cadru pentru hărțile topografice în proiecția TM.....	213
7.10. Sistemul nou de împărțire pe foi și nomenclatura hărților și planurilor topografice în Republica Moldova.....	224
7.11. Construcția și verificarea cadrului unei hărți topografice în proiecția TM.....	229
7.12. Proiecția UTM (Universal Transversal Mercator).....	230
7.13. Republica Moldova în proiecția Transversal Mercator pe un fus nestandard cu scara modificată (TMM).....	238
<b>CAPITOLUL 8. PROBLEME DE CARTOMETRIE.....</b>	<b>244</b>
8.1.  Trasarea rețelei kilometrice pe hartă.....	244
8.2.  Determinarea coordonatelor unui punct de pe hartă sau raportarea unui punct dat prin coordonate.....	245
8.3.  Determinarea distanțelor cu ajutorul hărților.....	247
8.4.  Măsurarea unghiurilor pe hărți.....	248
8.5.  Măsurarea ariilor pe hărți.....	249
8.6.  Măsurarea pantelor pe hărți cu curbe de nivel.....	252

8.7. Verificarea vizibilității dintre două puncte din teren, folosind o hartă cu curbe de nivel.....	253
BIBLIOGRAFIE .....	255

## P R E F A Ț Ă

Lucrarea de față este, în primul rînd, un ghid universitar cu titlul disciplinelor prevăzute în planul de studii al specialității *Geodezie, topografie și cartografie* de la Universitatea Tehnică a Moldovei.

Lucrarea este destinată persoanelor a căror activitate are tangență cu proiecțiile cartografice în cadrul unor lucrări de topografie, geodezie, fotogrametrie, cadastru sau în cadrul altor lucrări.

Scopul de bază al cursului constă în transmiterea cunoștințelor cartografice în vederea studiului bazei matematice a hărților, în principal, și studiului proiecțiilor cartografice.

Deoarece predarea acestui curs începe, în general, în anul III de studii, iar studenții pe parcurs obțin cunoștințe de geodezie, au fost reduse unele expuneri în capitolele care au tangență cu geodezia elipsoidală.

Proiecțiile Transversal Mercator (Gauss)/Universal Transversal Mercator (UTM) și proiecția Transversal Mercator pentru Moldova (TMM) au fost expuse foarte minuțios, încît să ofere studenților detalii complete și precise privind soluționarea problemelor apărute și utilizarea în producția geodezică curentă a acestor proiecții cartografice oficiale.

Mulțumim tuturor colegilor care au contribuit la redactarea acestei lucrări prin anumite completări.

**Autorii**

## BIBLIOGRAFIE

1. Calistru V., Munteanu C. Cartografie matematică, întocmire și editare. – București: Editura I.C.B, 1975.
2. Dima N. Geodezie. – Petroșani: Editura Universitas, 2005.
3. Ghițău D. Geodezie și gravimetrie geodezică. – București: Editura Didactică și Pedagogică, 1983.
4. Moca V., Chirilă C. Cartografia matematică întocmire și redactare hărți. – Iași: Editura U.T. „Ch.Asachi”, 2002.
5. Moldoveanu C. Geodezie. – București: Editura Matrix Rom, 2002.
6. Moldoveanu C., Rus T., Ilieș A., Danciu V. Rețele geodezice de sprijin (Volumele I și II). – București: Conspress, 2004.
7. Munteanu C., Ovdii M. Republica Moldova în proiecția Gauss-Kruger, pe un fus nestandard, cu scara modificată. Conferința jubiliară, U.T.M. – Chișinău, 2000.
8. Munteanu C., Vasilca D. Studiul și utilizarea unor proiecții cartografice pentru reprezentări la scări mari în România. – București: I.C.B, 1983.
9. Munteanu C., Vasilca D. Tabele cartografice pentru elipsoidul WGS 84. Raze și arce. – București: Editura UTCB, 1998.
10. Munteanu C. Cartografie matematică. – București: Editura Matrix Rom, 2003.
11. Sandulache Al., Sficlea V. Cartografie-Topografie. – București, 1996.
12. Turculeț M., Grama V. Curs introductiv în topografie. – Chișinău: Editura U.T.M., 2005.
13. Zakatok P. Curs de geodezie superioară. Traducere din l.rusă. – București: Editura M.F.A, 1958.
14. Îndrumător referitor la scheletul și nomenclatura hărților. – București, 1956.
15. Atlas de semne convenționale pentru planurile topografice și cadastrale la scările 1: 5 000, 1: 2 000, 1: 1 000 și 1: 500: A.N.G.C.C. – Chișinău, 1997.



16. Legea Republicii Moldova „Cu privire la geodezie și cartografie” Chișinău, 2000.
17. Regulamentul cu privire la Rețeaua Geodezică Națională. Aprobă prin Hotărârea Guvernului Republicii Moldova, nr. 48 din 29 ianuarie 2001.
18. Regulamentul cu privire la trecerea la sistemele de coordonate global și de referință și proiecțiile cartografice respective: ASRFC, - Chișinău, 2001.
19. Regulamentul cu privire la sistemul de împărțire pe foi și nomenclatura hărților și planurilor topografice în Republica Moldova. Aprobă prin Hotărârea Guvernului Republicii Moldova, nr.142 din 08.09.2006, articolul 1084.
20. Harta Republicii Moldova, scara 1: 500 000 editată de Ministerul Educației și Științei. – Chișinău: IMCO, 1984.