

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

Cu titlu de manuscris
C.Z.U.: 528:912(478)(043)

VLASENCO ANA

**CONTRIBUȚII CU PRIVIRE LA PERFEȚIONAREA
PARAMETRIILOR DE TRANSFORMARE A
COORDONATELOR ȘI MODIFICAREA PROIEȚIILOR
CARTOGRAFICE PENTRU TERITORIUL REPUBLICII
MOLDOVA**

262.01 GEODEZIE ȘI TEHNOLOGII GEOINFORMAȚIONALE

Autoreferatul tezei de doctor în științe tehnice

CHIȘINĂU, 2019

Teza a fost elaborată în cadrul Departamentului „Inginerie Civilă și Geodezie”,
a Universității Tehnice a Moldovei.

Conducător științific:

CHIRIAC Vasile, doctor în tehnică, conferențiar universitar

Referenți oficiali:

DRAGOMIR Petre-Iuliu, doctor inginer, profesor universitar, UTCB, România

VASILCA Doina, doctor inginer, UTCB, România

Componența Consiliului Științific Specializat:

BADEA Gheorghe, președinte, doctor inginer, profesor universitar, UTCB, România

NISTOR-LOPATENCO Livia, secretar științific, doctor inginer, conferențiar universitar,
UTM

GRAMA Vasile, doctor în științe tehnice, conferențiar universitar, UTM

OVDII Maria, doctor inginer, Agenția Relații Funciare și Cadastru

BOTNARENCO Ion, doctor în științe economice, conferențiar universitar, UASM

BURTIEV Rașid, doctor habilitat în științe fizico-matematice, AȘM

**Susținerea va avea loc la 22.03.2019, orele 12⁰⁰, în ședința Consiliului Științific Specializat
D 262.01-10 din cadrul Universității Tehnice a Moldovei pe adresa: Bd. Dacia, 41, blocul de
studii Nr. 10, aud. 10-113, MD-2060, Chișinău, Republica Moldova.**

Teza de doctor și autoreferatul pot fi consultate la Biblioteca tehnico-științifică a Universității
Tehnice a Moldovei, precum și pe pagina web a Agenției Naționale pentru Asigurarea Calității în
Educație și Cercetare ANACEC (www.anacip.md).

Autoreferatul a fost expediat la „____” _____ 2019.

Secretar științific al Consiliului Științific Specializat:

Nistor-Lopatenco Livia, dr., conf. univ. _____

Conducător științific:

Chiriac Vasile, dr., conf. univ. _____

Autor

Vlasenco Ana _____

© Vlasenco Ana, 2019

REPERE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII

Actualitatea temei și descrierea situației în domeniul de cercetare. De-a lungul timpului, mai multe tipuri de tehnologii au încercat să contribuie la determinarea cât mai exactă a poziției și distanței față de un anumit obiectiv, fiind crucială pentru foarte multe activități. Dintre toate acestea, una a reușit să schimbe în mod radical sistemul de poziționare: tehnologia satelitară de poziționare globală [1, 2].

În ultimii ani tehnologiile de poziționare de tip GNSS (Global Navigation Satellite System) și în special cele furnizate de sistemul american GPS (Global Positioning System) și rusesc - GLONASS (Global Navigation Satellite System) au pătruns și în țara noastră [3].

Ca urmare, rezultatele obținute sunt utilizate pentru dezvoltarea rețelei de stații permanente GNSS pe întreg teritoriul Republicii Moldova, care contribuie esențial pentru programele de integrare europeană pentru infrastructura informației spațiale INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) [4, 5].

Începând din anul 1999 în Republica Moldova a fost adoptat sistemul de referință național MOLDREF99 bazat pe sistemul ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) și proiecția Transversală Mercator pentru Moldova (TMM) [6].

Odată cu implementarea sistemului ETRS89, a fost necesară aplicarea unui algoritm de calcul standard, pentru transformarea datelor spațiale din vechiul sistem sovietic de coordonate 1942 (SC42), în sistemul nou. Cu toate acestea, multe materiale cartografice au rămas în sistemul vechi de coordonate și necesită a fi georeferențiate. De exemplu, planurile topografice la scara 1:500 din sistemul SC42 de pe teritoriul țării sub formă de planșe, mai sunt folosite și în prezent.

Pentru zonele de mare importanță economică, unde multitudinea detaliilor impune să se întocmească planuri topografice la scări mari, proiecția TMM uneori nu este satisfăcătoare din punct de vedere al preciziei. Precizia de interpolare grafică și de raportare a punctelor geodezice sau a distanțelor pe hărți și planuri topografice, depinde direct de scara lor. Se consideră că precizia de citire sau raportare a unei distanțe pe planșetă (hartă) cu ochiul liber este de 0,2 – 0,3 mm, iar plotterele moderne care lucrează pe baza unui calculator electronic, oferă o precizie, egală cu 0,1 mm [7], [8, p. 116]. Acestei erori din plan îi va corespunde în teren o eroare de 5 cm, pentru planurile la scara 1:500. Dar, deformațiile liniare relative produse de proiecția TMM, variază între -6 cm/km și +16 cm/km [9]. Din acest motiv, proiecția dată nu este satisfăcătoare în ceea ce privește precizia pentru zonele extreme de Est și de Vest ale teritoriului țării noastre.

Sistemul MOLDREF99 bazat pe sistemul ETRS89 și proiecția Transversală Mercator pentru Moldova (TMM), este definit ca un datum geodezic geocentric, pe când sistemul SC42 este un datum non-geocentric. Această situație a dus la obținerea de erori mari în interiorul rețelelor

geodezice în procesul de transformare a coordonatelor între aceste sisteme, ca efect al orientării sistemului SC42. În această direcție, s-a recurs la o transformare ortogonală bidimensională (2D Helmert) cu patru parametri de transformare, determinați pentru fiecare suprafață raională a țării, pe baza cărora s-a determinat apoi poziția punctelor de triangulație în sistemul MOLDREF99 [10].

În prezent, toți utilizatorii doresc să obțină poziția spațială a obiectelor cât mai exact, dar pe teritoriul Republicii Moldova s-a observat că în măsurătorile geodezice în zona de frontieră a raioanelor se obțin erori foarte mari de neînchidere pe punctele geodezice de sprijin (de control), folosind datele determinate în noul sistem de coordonate.

Completarea bazelor de date pentru transformări precise a coordonatelor pentru întreg teritoriul țării, evitând unele măsurători suplimentare în teren, este un obiectiv foarte important în lucrările cartografice de întocmire a planurilor la scări mari. În acest caz, sunt necesare transformările datelor vechi de poziționare plană referite la sistemul de referință SC42 în sistemul nou de referință compatibil cu ETRS89 și MOLDREF99.

Scopul lucrării constă în argumentarea teoretico-experimentală a metodologiei de determinare a parametrilor de transformare a coordonatelor și micșorarea deformațiilor proiecțiilor cartografice pentru ridicări topografice la scări mari. Acest scop a fost atins prin realizarea următoarelor **obiective**:

- evaluarea situației actuale în domeniul geodeziei și cartografiei în Republica Moldova;
- analiza și interpretarea celor mai utilizate modele de calcul privind transformarea coordonatelor între două datumuri, precum și cercetări ale unor proiecții cartografice după nivelul deformațiilor;
- structurarea etapelor de achiziționare și prelucrare a datelor geodezice și cartografice;
- elaborarea metodologiei de determinare a parametrilor de transformare a coordonatelor și de aplicare a unor proiecții cartografice pe teritoriul țării noastre;
- elaborarea unui pachet de programe și aplicații care să implementeze toate relațiile de calcul, necesare determinării parametrilor de transformare și a proiecțiilor cartografice pentru teritoriul Republicii Moldova;
- stabilirea unor metode de verificare, testare și argumentare a rezultatelor obținute;
- elaborarea recomandărilor privind implementarea rezultatelor obținute.

Metodologia cercetării științifice. Sunt utilizate analizele comparative și experimentale. În procesul rezolvării obiectivelor propuse au fost analizate diverse metode de determinare a parametrilor de transformare între două sisteme de coordonate și de aplicare a proiecțiilor

cartografice pentru reprezentări la scări mari. Pentru realizarea metodologiilor propuse, s-au elaborat programe și aplicații grafice în baza tehnologiilor informaționale.

Noutatea și originalitatea științifică. Elaborarea unei metodologii noi de determinare a parametrilor de transformare a coordonatelor de pe teritoriul țării, în scopul îmbunătățirii preciziei transformărilor de coordonate, în special la zona de frontieră a raioanelor, și furnizarea unui sistem unic a parametrilor de transformare pentru întreg teritoriul Republicii Moldova.

Pentru prima dată, a fost cercetată și aplicată o proiecție cartografică pentru reprezentarea teritoriului țării în funcție de poziția geografică, întinderea și forma acesteia, ce conduce la reducerea semnificativă a deformațiilor în plan, o proiecție ce poate fi utilizată cu succes la întocmirea planurilor la scări mari. De asemenea, au fost studiate proiecțiile cartografice pentru aplicații pan-europene, în scopul interoperabilității seturilor și serviciilor de date spațiale conform dezvoltării programelor de integrare europeană INSPIRE.

În acest context, au fost elaborate aplicații pentru transformări de coordonate cu interfețe grafice în limbajul MatLab și Microsoft Visual Basic.

Problema științifică soluționată constă în elaborarea unei metodologii de determinare a parametrilor de transformare între două sisteme de coordonate și de micșorare a deformațiilor proiecțiilor cartografice pe teritoriul Republicii Moldova, în baza unor modele matematice și aplicații grafice, fapt care a condus la ridicarea preciziei transformărilor de coordonate și utilizarea cu succes a unei noi proiecții cartografice, în cazul reprezentărilor la scări mari.

Semnificația teoretică a lucrării constă în evidențierea aspectelor teoretice și metodice, ce demonstrează ridicarea preciziei de determinare a parametrilor de transformare a coordonatelor între două datumuri și optimizarea deformațiilor unor proiecții cartografice.

Valoarea aplicativă a lucrării rezidă în creșterea preciziei de transformare a coordonatelor din sistemul clasic sovietic de coordonate 1942 (SC42) în sistemul național MOLDREF99, precum și în optimizarea deformațiilor proiecțiilor cartografice pentru reprezentări la scări mari.

Implementarea rezultatelor științifice. Rezultatele cercetărilor au fost prezentate specialiștilor din cadrul Agenției Relații Funciare și Cadastru și întreprinderilor de stat subordonate, confirmând că pot fi utile instituțiilor de profil în domeniile geodezie, cartografie, fotogrammetriei și geografie, precum și specialiștilor din producție din Republica Moldova. De asemenea, rezultatele au fost incluse în procesul educațional a studenților programului de studiu Inginerie Geodezică și Cadastru a Universității Tehnice a Moldovei.

Rezultatele științifice înaintate spre susținere:

1. Metodologia de determinare în grid a parametrilor de transformare a coordonatelor din vechiul sistem clasic sovietic de coordonate 1942 (SC42), în sistemul național MOLDREF99.

2. Modelele matematice actuale de transformare a coordonatelor între două datumuri, testarea și interpretarea rezultatelor.

3. Metodele de analiză și dezvoltare a proiecțiilor cartografice pentru reprezentări la scări mari, prin generarea de hărți cu izoliniile de deformații liniare.

4. Metoda de cercetare a proiecțiilor cartografice pentru aplicații pan-europene în scopul interoperabilității seturilor și serviciilor de date spațiale.

5. Programe pentru modelarea matematică și dezvoltarea aplicațiilor grafice a transformărilor de coordonate.

Aprobarea rezultatelor cercetărilor. Rezultatele tezei au fost validate în cadrul lucrărilor publicate în reviste internaționale și naționale:

– „RevCAD”, Alba Iulia, România, nr. 19, 2015 și nr. 22, 2016; „Meridian Ingineresc”, UTM–AIM, nr. 2, 2017; „Akademos”, ASM, nr. 3 (46), 2017; Journal of Geodesy, Cartography and Cadastre Nr. 7, București, 2017.

De asemenea, rezultatele tezei au fost prezentate în cadrul mai multor evenimente cu caracter științific de nivel național și internațional:

– Ședințele programului de studiu Geodezie, Topografie și Cartografie, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău; Conferințele Tehnico–Științifice ale Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților din anii 2010, 2011, 2015, 2016, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău; Simpozionului Științific Internațional „GEOMAT 2015” și „GEOMAT 2016”, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi”, Iași, România; Simpozionului Științific Internațional „GeoPreVi 2017”, București, România; Conferința Tehnico - Științifică Internațională, ediția a VIII-a „Probleme actuale ale Urbanismului și Amenajării Teritoriului”, UTM, Chișinău, 2016; Seminarului Doctoral Internațional Francophone “La Recherche – Premiers Pas. Questions et Réponses”, UTM, Chișinău, 2016; Conferința Internațională „Geoforum – 2016”, ediția a XXI-a, Lvov, Ucraina, 2016; Conferința Internațională de Cercetare și Practică „ECOGEOFORUM”, Ivano - Frankovsk, Ucraina, 2017.

Publicații pe tema tezei. Pe tema lucrării tezei de doctorat au fost publicate 13 lucrări științifice: două articole într-o revistă internațională; două articole ca singur autor în reviste recenzate de circulație națională; cinci articole în culegeri de lucrări ale conferințelor internaționale, dintre care două ca singur autor; patru articole în culegeri de lucrări ale conferințelor naționale.

Structura și volumul lucrării. Lucrarea constă din introducere, trei capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografie (112 titluri) și 13 anexe. Conținutul de bază al tezei este expus pe 120 de pagini și cuprinde 76 de figuri și 38 tabele.

Cuvinte-cheie: Sistem de referință, proiecție cartografică, parametri de transformare, transformări de coordonate, deformații liniare relative, izolinii de deformație, datum geodezic, rețea geodezică, meridian axial, măsurători GNSS, sistem de poziționare, factorul de scară, baza de date.

CONȚINUTUL TEZEI

În *Introducere*, sunt prezentate actualitatea și importanța temei de cercetare, scopul și obiectivele lucrării, este argumentată noutatea științifică a rezultatelor obținute și valoarea practică a lucrării.

Primul capitol, *Analiza metodelor de determinare a parametrilor de transformare a coordonatelor și optimizare a proiecțiilor cartografice*, prezintă o trecere în revistă a situației în domeniul de studiu al transformărilor de coordonate a datelor spațiale. În acest capitol, s-au enunțat noțiunile de bază în ceea ce privește modelele de transformare dintre două datumuri, prezentându-se algoritmi de calcul și specificându-se cele mai utilizate modele din punct de vedere al preciziei [11-15]. De asemenea, este realizată o analiză concisă a proiecțiilor cartografice utilizate pentru reprezentarea informației spațiale în plan-hartă, cu precizarea parametrilor de bază și a factorilor de stabilire a acestora [16-19]. Se discută situația actuală din domeniul transformărilor de coordonate și aplicarea proiecțiilor cartografice pentru reprezentări la scări mari.

În **capitolul doi, *Studiul proiecțiilor cartografice pentru teritoriul Republicii Moldova***, este descrisă prima parte aplicativă a tezei, ce ține de cercetările și analiza proiecțiilor cartografice utilizate în prezent pentru ridicări la scări mari și a proiecției cartografice propusă de autor, în scopul eliminării neconcordanțelor față de cerințele de precizie din actele normative în vigoare [20, 21]. Tot în acest capitol, este făcut și un studiu al proiecțiilor cartografice pentru aplicații pan - europene în perspectiva integrării Republicii Moldova în Uniunea Europeană, conform dezvoltării programelor de integrare europeană INSPIRE [22, 25].

Proiecțiile cartografice prezintă atât avantaje cât și dezavantaje. Unul dintre criteriile de bază pentru adoptarea unei proiecții pentru o anumită zonă teritorială, este ca deformația liniară relativă să fie cât mai mică pentru acea zonă. Având la bază acest criteriu, prin anumite analize comparative între proiecții cartografice, se pot vedea avantajele pentru fiecare caz în parte.

În rezultatul analizei deformațiilor ce se produc în proiecția TMM, utilizată în prezent pentru reprezentări la scări mari, putem afirma că:

– este o proiecție conformă (nu deformează unghiurile); iar liniile de deformație nulă traversează teritoriul țării la aproximativ 70 km față de meridianul axial ($\lambda_0 = 28^\circ 24'$) (figura 3);

- deformațiile liniare relative au valori atât negative cât și pozitive, cuprinse între -6 cm/km pe meridianul axial și +16 cm/km în partea de est al teritoriul țării (figura 1);
- deformațiile areolare relative au valori negative și pozitive cuprinse între -120 m²/km² pe meridianul axial și +330 m²/km² în partea de est al teritoriul țării (figura 2).

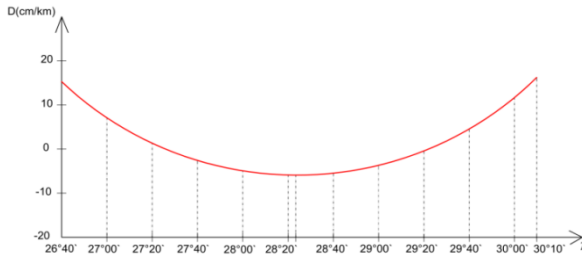


Fig. 1. Diagrama deformațiilor liniare relative în proiecția TMM

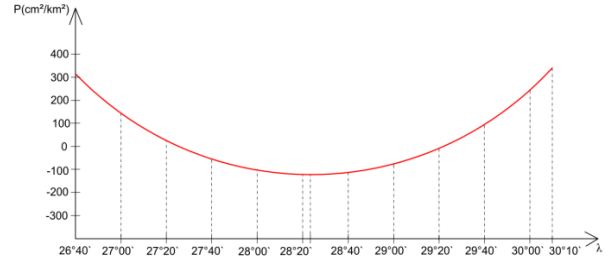


Fig. 2. Diagrama deformațiilor areolare relative în proiecția TMM

Analiza deformațiilor, ce se produc în proiecția Stereo 70 cu plan unic secant Chișinău și polul proiecției în centrul geometric al României ne arată că:

- pe cercul de secanță (cu raza de 312 405m) nu se produc deformații;
- în interiorul cercului de secanță, deformațiile liniare și areolare sunt negative, cele mai mari fiind în polul proiecției (-60 cm/km); în afara cercului de secanță, deformațiile sunt pozitive, iar pentru zona de frontieră a teritoriului nostru ajungând până la +35cm/km.

Deci, în zona teritoriului Republicii Moldova, deformațiile liniare relative variază între valorile -25 și +35 cm/km (figura 4).

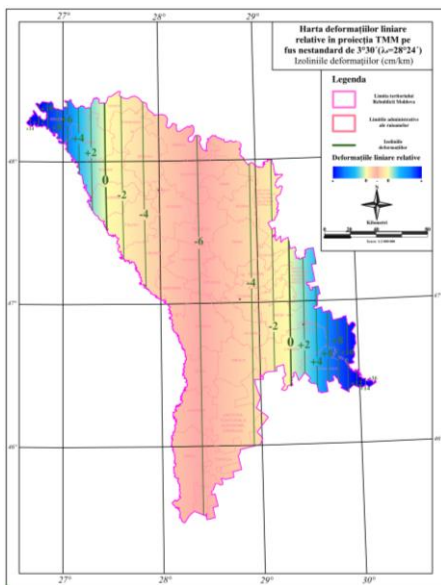


Fig. 3. Izoliniile deformațiilor liniare relative în proiecția TMM

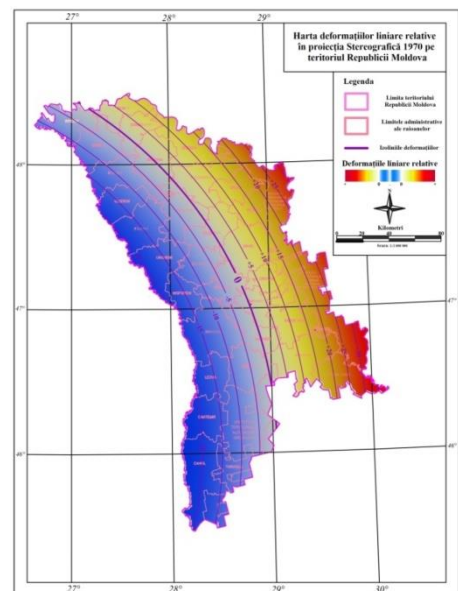
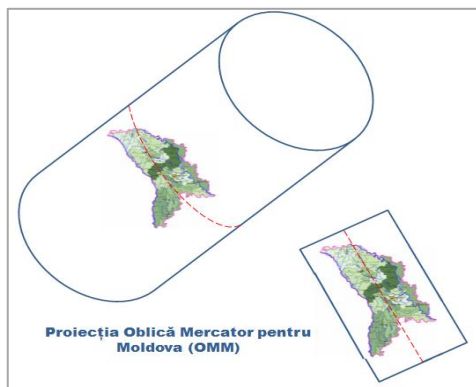


Fig.4. Izoliniile deformațiilor liniare relative în proiecția Stereo 70

Dacă se ia în considerație criteriul de bază în adoptarea unei proiecții cartografice pentru un anumit teritoriu, ca deformația liniară relativă să fie cât mai mică pentru acea zonă geografică, atunci la reprezentări în plan vor fi satisfăcute cerințele de precizie.

Deoarece latura de cea mai mare întindere a teritoriului Republicii Moldova este de la nord-vest spre sud-est, atunci drept meridian axial poate fi folosită linia centrală ce trece oblic sub un anumit azimut pe această direcție, ducând la o repartizare a deformațiilor cât mai uniformă (figura 5). Aceste condiții vor duce la micșorarea deformațiilor în zonele marginale ale

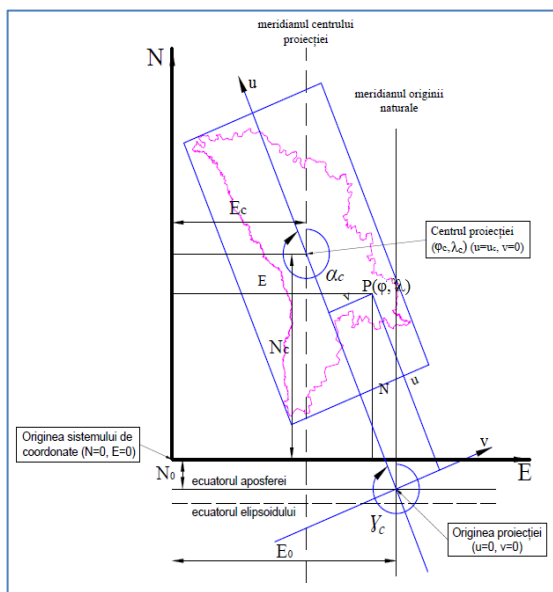


teritoriului. Implicațiile din punct de vedere al deformațiilor, pe care proiecția cilindrică Oblică Mercator le generează, se va face comparativ cu proiecția TMM utilizată în prezent, pentru a reda din punct de vedere numeric și grafic, cât mai sugestiv, avantajele utilizării proiecției Oblice Mercator pe teritoriul Republicii Moldova (OMM).

Fig. 5. Proiecția Oblică Mercator

Parametrii proiecției Oblice Mercator pentru Republicii Moldova (OMM). Proiecția Oblică Mercator este o proiecție conformă (unghiurile sunt nedeformate), iar variația scării k_c de-a lungul liniei centrale este extrem de mică pentru o hartă cu o extindere de arc mai mică decât 45° [17, p. 70], caz specific și pentru teritoriul nostru (figura 6).

Parametrii stabiliți pentru proiecția Oblică Mercator pentru Republica Moldova sunt:



- elipsoidul: GRS80;
- latitudinea centrului de proiecție:

$$\varphi_c = 47^\circ 10';$$
- longitudinea centrului de proiecție:

$$\lambda_c = 28^\circ 30';$$
- azimutul liniei centrale: $\alpha_c = 339^\circ 57' 27''$;
- unghiul de direcție al liniei centrale:

$$\gamma_c = 338^\circ 55' 50,65'';$$
- factorul de scară: $k_c = 0,99998$;
- Estul și Nordul fals al originii naturale:

$$FE(y)_0 = 2\,200\,000\text{ m}; FN(x)_0 = -4\,800\,000\text{ m}.$$

Fig. 6. Proiectarea în proiecția Oblică Mercator

Determinarea plană a punctelor în proiecția Oblică Mercator. Determinarea plană a punctelor în proiecția Oblică Mercator, a fost efectuată prin aplicarea relațiilor lui Hotine modificate de Snyder [17, p. 71-72]. Toate relațiile de calcul din proiecția OMM au fost programate în limbajul de programare MATLAB, în baza unui algoritm bine structurat, ce

permite o folosire foarte ușoară a datelor. Dacă ne dorim să determinăm poziția punctelor în proiecția TMM, atunci coordonatele rectangulare plane din proiecția OMM se transformă în coordonate geodezice, și în continuare se poate trece cu ușurință în coordonate plane TMM, deoarece se utilizează același elipsoid. Cu ajutorul Microsoft Visual Basic, s-a creat algoritmul de programare a transformărilor coordonatelor din proiecția OMM în proiecția cartografică utilizată în prezent TMM sub o interfață grafică (figura 7).

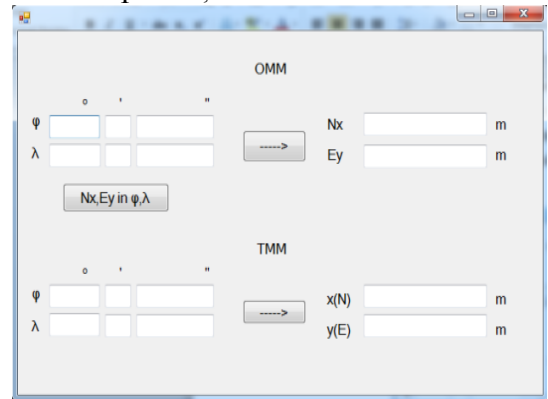


Fig. 7. Aplicația de transformare a coordonatelor din proiecția OMM în proiecția TMM

Deformațiile în proiecția Oblică Mercator. Analizând deformațiile produse la reprezentarea teritoriului Republicii Moldova în proiecția Oblică Mercator, prin stabilirea factorului de scară pe linia centrală de 0,99998, putem afirma că:

- este o proiecție conformă, deci nu deformează unghiurile;
- liniile de deformație nulă traversează teritoriul țării la aproximativ 40 km simetrice față de linia centrală (figura 8);
- deformațiile liniare relative au valori negative și pozitive, cuprinse între -2 cm/km pe linia centrală și +8 cm/km la zonele marginale ale teritoriului țării (figura 9);
- deformațiile areolare relative au valori negative și pozitive, cuprinse între -40 m²/km² pe linia centrală și +160 m²/km² la limitele marginale ale teritoriului țării (figura 10).

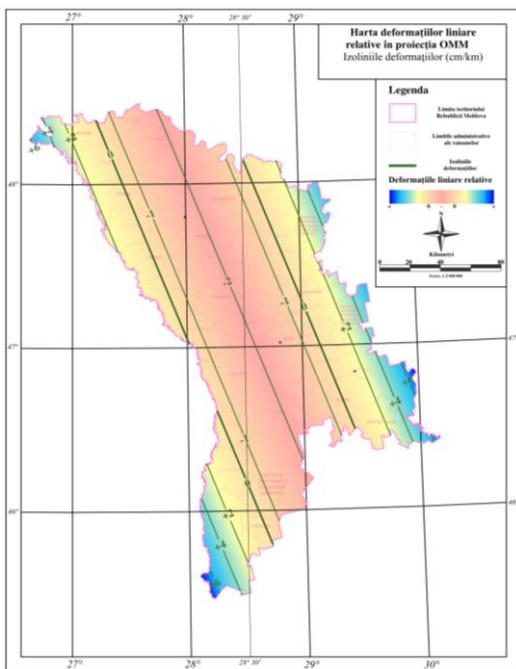


Fig. 8. Izoliniile deformațiilor liniare relative în proiecția OMM

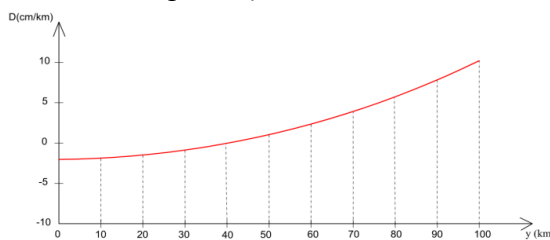


Fig. 9. Diagrama deformațiilor liniare relative în proiecția OMM

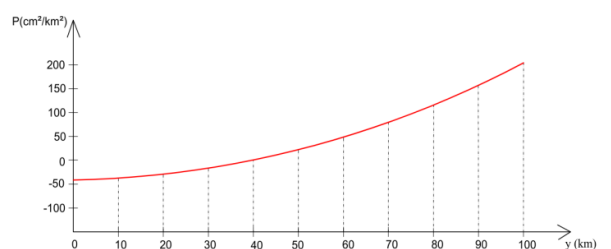


Fig. 10. Diagrama deformațiilor areolare relative în proiecția OMM

Făcându-se o analiză a distribuției deformațiilor liniare relative a proiecțiilor TMM, Stereo70 și OMM în diferite intervale marcate, se constată că pentru 84% din teritoriul Republicii Moldova deformațiile proiecției OMM sunt cuprinse între ± 2 cm/km, în timp ce pentru proiecția TMM la același interval al deformațiilor, este aproximativ 8%, iar pentru proiecția Stereo70 mai puțin de 5% (figura 11).

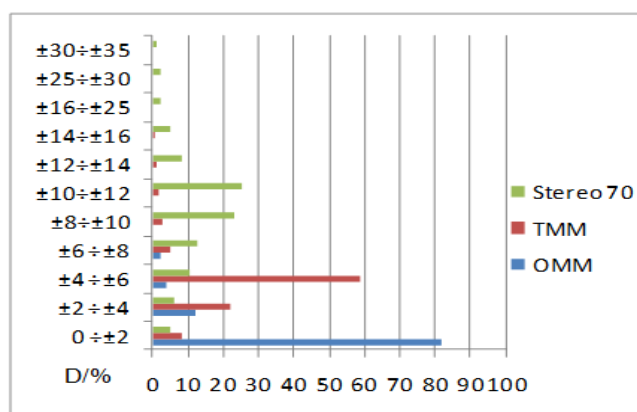


Fig. 11. Diagrama distribuției deformațiilor liniare relative în proiecțiile OMM, TMM și Stereo70

La fel, în capitolul doi au fost efectuate studii ale proiecțiilor cartografice compatibile cu cele ale aplicațiilor pan-europene, în scopul interoperabilității seturilor și serviciilor de date spațiale conform dezvoltării programelor de integrare europeană INSPIRE [5].

În urma studiului proiecției europene azimutale echivalente oblice Lambert (ETRS89-LAEA) destinată pentru analize statistice și vizualizare s-a constatat că:

- atunci când polul proiecției se ia în centrul Europei, deformațiile cresc odată cu depărtarea față de pol, iar pentru zona țării noastre deformațiile liniare relative pe direcția paralelelor variază de la +4,78 m/km până la +8,53 m/km, iar pe direcția meridianelor de la -8,46 m/km până la -4,76 m/km. Deformațiile unghiulare maxime variază între valorile $[0^{\circ}32' \div 0^{\circ}44']$;

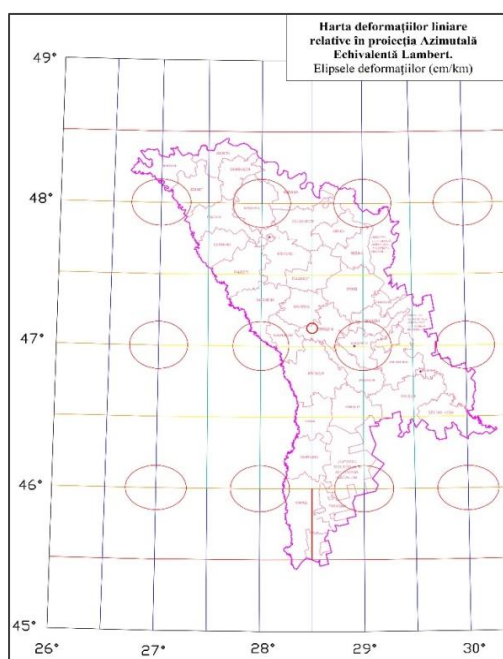


Fig. 12. Elipsele deformațiilor în proiecția LAEA

- atunci când polul proiecției se ia în centrul Republicii Moldova, deformațiile cresc odată cu depărtarea față de pol în care deformațiile sunt nule, iar în rest, deformațiile liniare relative variază până la ± 12 cm/km (figura 12). Deformațiile unghiulare maxime sunt cuprinse în intervalul $[0^{\circ}00'00'' \div 0^{\circ}00'50'']$.

Această proiecție este avantajoasă din punct de vedere a deformațiilor pentru zona de centru al teritoriului țării, deoarece deformațiile liniare relative sunt de aproximativ ± 2 cm/km.

În urma studiului proiecției europene conice conforme Lambert (ETRS89-LCC) destinată, pentru întocmirea hărților pan-europene la scări mai mici sau egale cu 1:500 000 s-a constatat că:

- atunci când polul proiecției se ia în centrul Europei și paralelele standard sunt $\varphi_{kS} = 35^\circ$, $\varphi_{kN} = 65^\circ$, pe teritoriul țării noastre se produc deformații liniare relative negative, care variază de la -33.59 m/km în partea de nord, la -30.20 m/km în partea de sud a teritoriului. Deformațiile areolare relative variază de la -66046 m²/km² la -59488 m²/km²;

- atunci când polul proiecției se ia în centrul Republicii Moldova și paralelele de secantă pe teritoriul țării noastre sunt $\varphi_{kS} = 46^\circ$, $\varphi_{kN} = 48^\circ$, deformațiile scad foarte mult, astfel încât deformațiile liniare variază de la -15.18 cm/km la 19.17 cm/km (figura 13), iar cele areolare de la -303.64 m²/km² la +383.40 m²/km².

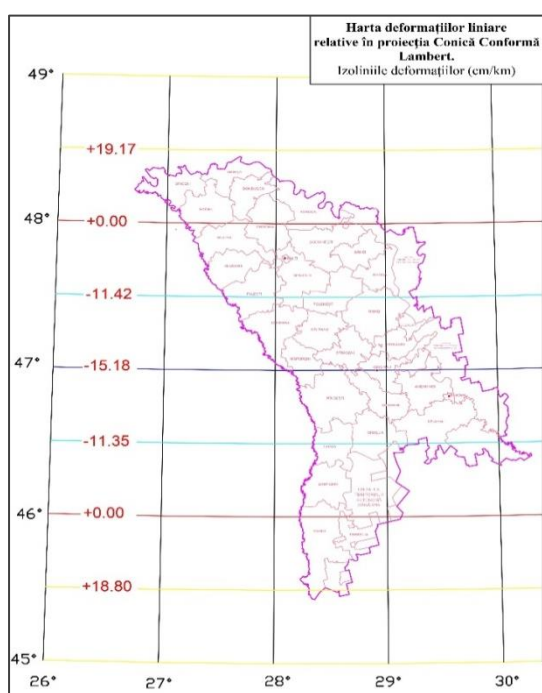


Fig. 13. Izoliniile deformațiilor liniare în proiecția LCC

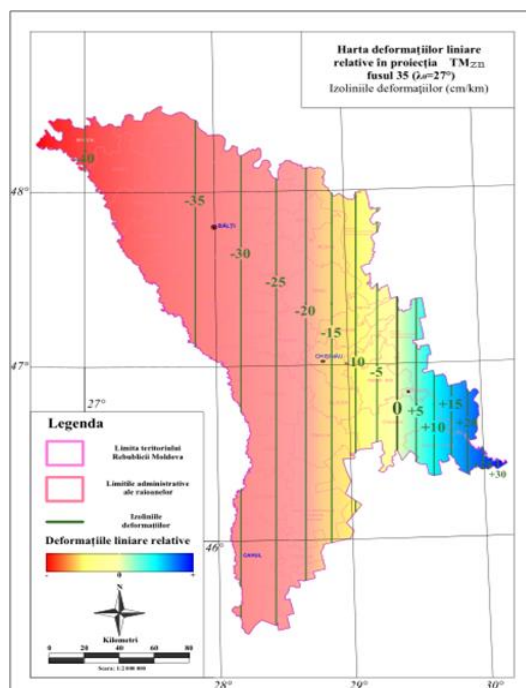


Fig.14. Izoliniile deformațiilor liniare în proiecția TMzn

În urma studiului proiecției europene transversale Mercator (ETRS89-TMzn) recomandată de Comisia Europeană pentru hărțile conforme pan-europene la scări mai mari de 1:500 000 s-a constatat că:

- liniile de deformație nulă traversează teritoriul țării la aproximativ 180 km simetric față de meridianul axial (figura 14);

- deformațiile liniare relative au valori negative și pozitive, cuprinse între -40 cm/km pe meridianul axial și +32 cm/km în partea de est al teritoriul țării (figura 14);

- deformațiile areolare relative au valori negative și pozitive, cuprinse între -800 m²/km² pe meridianul axial și +650 m²/km² în partea de est al teritoriului țării.

Proiecțiile pentru aplicații pan-europene, după nivelul de deformații ce le produc, nu pot fi utilizate ca proiecții locale pentru Republica Moldova în lucrările topo-cadastrale.

În cel de-al **treilea capitol** al lucrării, *Determinarea parametrilor de transformare a coordonatelor în grid pentru Republica Moldova*, este descrisă partea a doua aplicativă a tezei, legată de determinarea parametrilor de transformare a coordonatelor, în aplicarea și propunerea unei metodologii noi a interpolării în grid a acestora pe teritoriul țării noastre. În baza modelelor matematice de calcul prezentate în primul capitol, s-a făcut o cercetare și o analiză comparativă a transformărilor de coordonate din sistemul de coordonate SC42 în sistemul MOLDREF99.

Scopul principal, a fost găsirea unei soluții adecvate pentru calcularea în grid a parametrilor de transformare pe teritoriul țării, în vederea creșterii preciziei transformărilor de coordonate, în special la zona de frontieră a raioanelor, și furnizarea unui sistem unic a parametrilor de transformare pentru întregul teritoriu al Republicii Moldova.

Prin utilizarea parametrilor de transformare a coordonatelor 2D Helmert, existenți între sistemele MOLDREF99 și vechiul sistem SC42, calculați separat pentru fiecare zonă raională, s-a observat o diferență a coordonatelor în zona de frontieră a raioanelor, obținându-se erori foarte mari de neînchidere pe punctele geodezice de sprijin (de control). În acest sens, se propune utilizarea unei metode de îmbunătățire a transformărilor de coordonate bazate pe împărțirea teritoriului țării într-o rețea de celule, în care se va determina setul de parametri proprii pentru fiecare celulă, iar prin interpolare, se vor determina parametrii oricărui punct situat în interiorul celei, ceea ce va duce la o determinare a poziției sale, cât mai exactă [23].

Setarea gridului pe teritoriul țării și stabilirea zonei pilot. Gridul constă din celule regulate de 15x15 km (figura 15) pe întreaga suprafață a țării, încât să existe pentru fiecare nod de celulă pe o rază de 8,5 km, cel puțin trei puncte de coordonate cunoscute în sistemul de coordonate SC42 și MOLDREF99 ale Rețelei Geodezice Naționale de ordinul 0, 1 și 2 (RGN0, RGN1, RGN2).

Cercetările au fost aplicate asupra unei suprafețe – pilot, situată în zona de centru al teritoriului Republicii Moldova, pentru care s-a avut acces la registrul de coordonate al punctelor RGN 0, 1 și 2, în sistemele de coordonate MOLDREF99 și SC42 (figura 15).

Zona pilot constă din 9 celule cu 16 noduri ale grilei, pentru care, pe o rază de 8,5 km (figura 16) avem acces la puncte geodezice al RGN, ce vor fi utilizate în modelele de determinare a parametrilor de transformare a coordonatelor. Ca puncte utilizate, s-au folosit un număr de 35 puncte cu coordonate geodezice elipsoidale cunoscute în ambele sisteme, luate din fondul național de date geospațiale [10]. Pentru determinarea altitudinilor elipsoidale a punctelor din sistemul SC42, s-a utilizat modelul prescurtat Molodensky (Abridge Molodensky). Acest

model permite trecerea coordonatelor geodezice (φ, λ, h) de pe un elipsoid pe altul, în ipoteza că poziția relativă a acestora diferă doar prin translații [12].

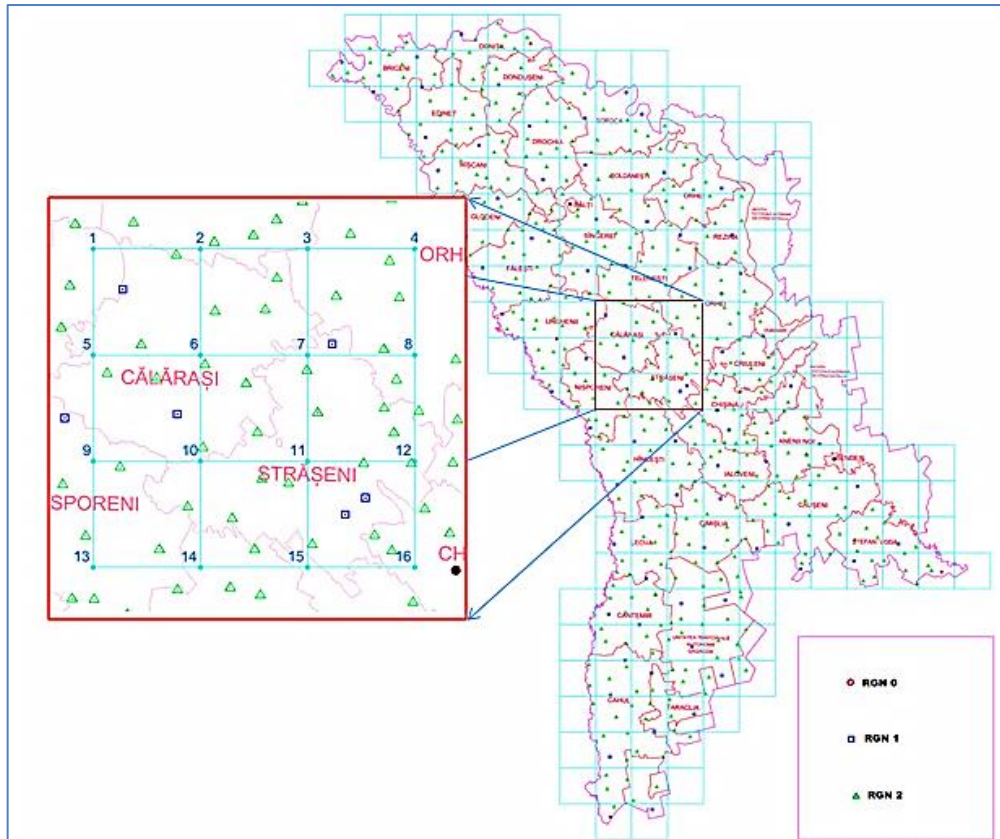


Fig.15. Stabilirea zonei pilot de pe teritoriul Republicii Moldova

Transformarea coordonatelor geodezice ale punctelor comune din sistemul ETRS89 și sistemul SC42 în coordonate carteziene X, Y, Z , s-a efectuat cu ajutorul unei aplicații cu interfață grafică, creată pentru acest scop (figura 17).

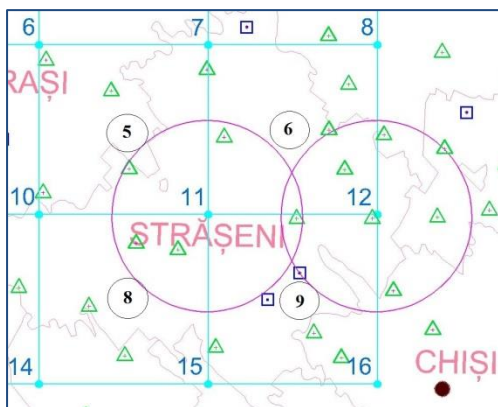


Fig. 16. Raza de selectare a punctelor geodezice comune din zona pilot

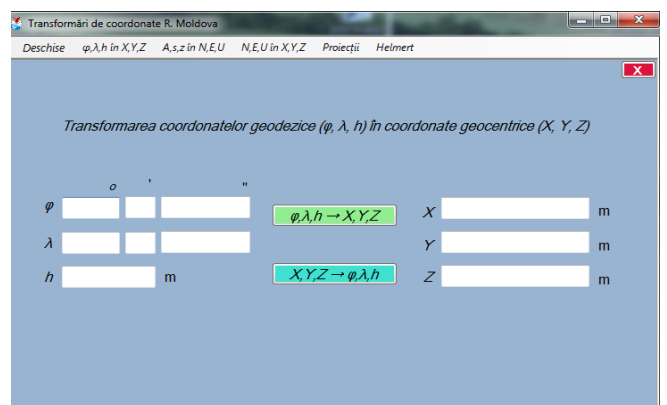


Fig. 17. Aplicația de transformare a coordonatelor geodezice în coordonate carteziene

Modelele de determinare a parametrilor de transformare. Pentru stabilirea finală a unui model de transformare, s-a efectuat anumite analize comparative a rezultatelor cu diferite metode, ce vor duce în final la un nivel minim de erori și o corelație mică între parametri. Ca

modele de comparație pentru determinarea parametrilor de transformare, s-au luat: modelul Bursa–Wolf (metoda Helmert) cu șapte parametri și modelul Molodensky–Badekas cu zece parametri [24].

Determinarea parametrilor s-a efectuat pentru zona pilot, și anume celor 16 noduri ale grilei. Pentru fiecare nod, s-au utilizat în calcul, pe o rază de 8.5 km, puncte ale RGN cu coordonate cunoscute în ambele sisteme de coordonate, astfel încât, pentru determinări în noduri să existe cel puțin un punct comun al nodurilor vecine (figura 16).

Pentru prelucrarea datelor, a fost utilizată metoda celor mai mici pătrate. Folosind cel puțin trei puncte comune, cu coordonate carteziane în ambele sisteme de referință ETRS89 și SC42 pentru ambele modele, se poate determina un sistem de ecuații de forma:

$$\begin{pmatrix} X_1^{ETRS89} - X_1^{SC42} \\ Y_1^{ETRS89} - Y_1^{SC42} \\ Z_1^{ETRS89} - Z_1^{SC42} \\ \cdot \\ \cdot \\ X_n^{ETRS89} - X_n^{SC42} \\ Y_n^{ETRS89} - Y_n^{SC42} \\ Z_n^{ETRS89} - Z_n^{SC42} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} v_{X1} \\ v_{Y1} \\ v_{Z1} \\ \cdot \\ \cdot \\ v_{Xn} \\ v_{Yn} \\ v_{Zn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & X_1^{SC42} & 0 & -Z_1^{SC42} & Y_1^{SC42} \\ 0 & 1 & 0 & Y_1^{SC42} & Z_1^{SC42} & 0 & -X_1^{SC42} \\ 0 & 0 & 1 & Z_1^{SC42} & -Y_1^{SC42} & X_1^{SC42} & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & 0 & 0 & X_n^{SC42} & 0 & -Z_n^{SC42} & Y_n^{SC42} \\ 0 & 1 & 0 & Y_n^{SC42} & Z_n^{SC42} & 0 & -X_n^{SC42} \\ 0 & 0 & 1 & Z_n^{SC42} & -Y_n^{SC42} & X_n^{SC42} & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \\ \Delta m \\ \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \end{pmatrix}$$

Prin rezolvarea acestui sistem de ecuații, s-au obținut cei șapte parametri de transformare ai modelului Bursa –Wolf, care mai sunt numiți și parametrii Helmert (tabelul 1), și al modelului Molodensky – Badekas (tabelul 2).

Tabelul 1. Setul de parametri de transformare și al abaterii standard ale nodurilor grilei (modelul Bursa – Wolf)

nod.grid	σ , (m)	t_x , (m)	t_y , (m)	t_z , (m)	Δm , 10^{-6}	ω_x ''	ω_y ''	ω_z ''
1	0,041	11,947	-128,623	-96,133	4,098	0,011	0,085	-0,007
2	0,013	17,130	-126,926	-89,568	2,769	-0,575	-0,249	-0,783
3	0,062	11,700	-130,307	-98,066	4,430	-0,048	0,074	-0,134
4	0,063	19,585	-126,355	-87,551	2,277	-0,646	-0,279	-0,890
5	0,008	14,073	-128,218	-93,963	3,628	-0,233	-0,044	-0,338
6	0,029	13,552	-129,165	-92,562	3,564	-0,043	-0,002	-0,168
7	0,029	12,383	-129,230	-95,244	3,986	-0,297	-0,101	-0,436
8	0,030	16,425	-127,923	-91,744	3,137	-0,368	-0,117	-0,543
9	0,053	11,256	-130,963	-96,646	4,341	0,441	0,283	0,410
10	0,159	14,533	-128,087	-92,953	3,462	0,215	0,185	0,185
11	0,079	16,869	-126,447	-90,581	2,886	-0,250	-0,049	-0,350
12	0,022	16,425	-127,170	-91,714	3,094	-0,095	0,042	-0,172
13	0,054	14,560	-128,127	-92,879	3,453	-0,145	-0,009	-0,245
14	0,054	13,053	-129,089	-95,354	3,928	-0,148	0,002	-0,252
15	0,088	13,527	-128,763	-94,771	3,800	-0,069	0,046	-0,156
16	0,129	15,706	-127,729	-92,079	3,233	-0,200	-0,032	-0,325

Tabelul 2. Setul de parametri de transformare și al abaterii standard ale nodurilor grilei (modelul Molodensky – Badekas)

nod.grid	σ , (m)	t_x , (m)	t_y , (m)	t_z , (m)	Δm , 10^{-6}	ω_x "	ω_y "	ω_z "
1	0,041	25,581	-119,872	-75,525	4,098	0,011	0,085	-0,007
2	0,013	25,541	-119,845	-75,507	2,769	-0,575	-0,249	-0,783
3	0,062	25,507	-119,777	-75,517	4,430	-0,048	0,074	-0,134
4	0,063	25,584	-119,898	-75,535	2,277	-0,646	-0,279	-0,890
5	0,008	25,578	-119,806	-75,545	3,628	-0,233	-0,044	-0,338
6	0,029	25,526	-119,702	-75,552	3,564	-0,043	-0,002	-0,168
7	0,029	25,473	-119,631	-75,548	3,986	-0,297	-0,101	-0,436
8	0,030	25,511	-119,727	-75,547	3,137	-0,368	-0,117	-0,543
9	0,053	25,588	-119,766	-75,560	4,341	0,441	0,283	0,410
10	0,159	25,449	-119,537	-75,557	3,462	0,215	0,185	0,185
11	0,079	25,477	-119,630	-75,544	2,886	-0,250	-0,049	-0,350
12	0,022	25,511	-119,652	-75,576	3,094	-0,095	0,042	-0,172
13	0,054	25,583	-119,768	-75,554	3,453	-0,145	-0,009	-0,245
14	0,054	25,570	-119,689	-75,578	3,928	-0,148	0,002	-0,252
15	0,088	25,502	-119,633	-75,548	3,800	-0,069	0,046	-0,156
16	0,129	25,602	-119,583	-75,650	3,233	-0,200	-0,032	-0,325

Abaterile standard σ , de determinare a parametrilor de transformare prin modelul Molodensky – Badekas pentru cele 16 noduri ale grilei au aceleași valori ca și în cazul modelului Bursa – Wolf. De aceea, în practică se pot utiliza, fie parametrii de transformare ai modelului Bursa – Wolf, sau ai modelului Molodensky – Badekas, deoarece ca precizie a determinării vor satisface ambele modele și pot fi utilizate pentru orice zonă, atâta timp cât coordonatele locale sunt determinate cu precizie ridicată.

Determinarea parametrilor de transformare a punctelor din zona pilot. Având la bază parametrii de transformare determinați prin metoda Bursa – Wolf sau Molodensky – Badekas pentru fiecare nod al grilei din zona pilot, s-au determinat parametrii de transformare a 12 puncte geodezice din RGN de îndesire din zona pilot, care nu au fost utilizate în calcul la determinarea parametrilor de transformare a nodurilor gridului. Dar s-a luat și două puncte: 51Stejareni (RGN2) și 196Vorniceni (RGN1) utilizate în calcul, cu scopul de a efectua o evaluare a preciziei și prin măsurători în teren a acestor puncte.

Pentru studiul de caz s-a utilizat metoda de *interpolare biliniară* pentru determinarea parametrilor de transformare ($t_x, t_y, t_z, \Delta m, \omega_x, \omega_y, \omega_z$) a oricărui punct din celula gridului în funcție de distanțele Δx și Δy , și respectiv, dimensiunea gridului s (figura 18).

La interpolarea parametrilor de transformare, separat au fost utilizați atât parametrii determinați prin modelul Bursa – Wolf, cât și a celor din modelul Molodensky – Badekas, pentru efectuarea verificării ulterioare a preciziei de determinare.

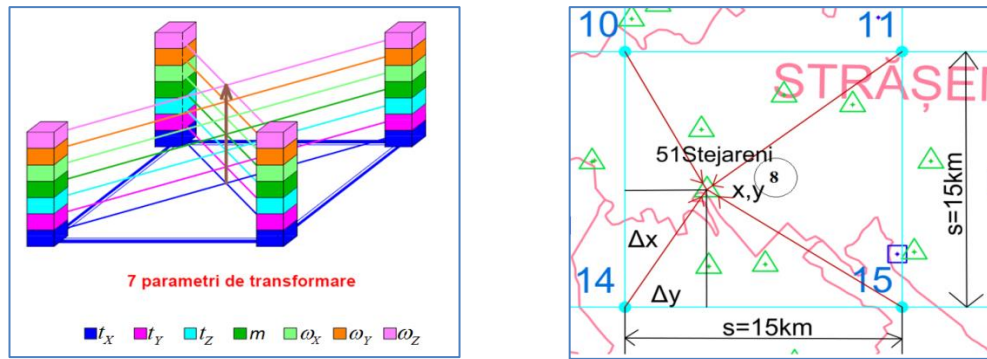


Fig. 18. Scheme de interpolare a parametrilor de transformare

În tabelul 3 sunt prezentați parametrii de transformare interpolați ai celor 12 puncte geodezice din zona pilot, selectate pe cât posibil din fiecare celulă, care au fost supuse interpolării prin utilizarea parametrilor de transformare obținuți din modelul Bursa – Wolf, iar în tabelul 4, sunt prezentați parametrii interpolați prin utilizarea parametrilor de transformare obținuți din modelul Molodensky – Badekas.

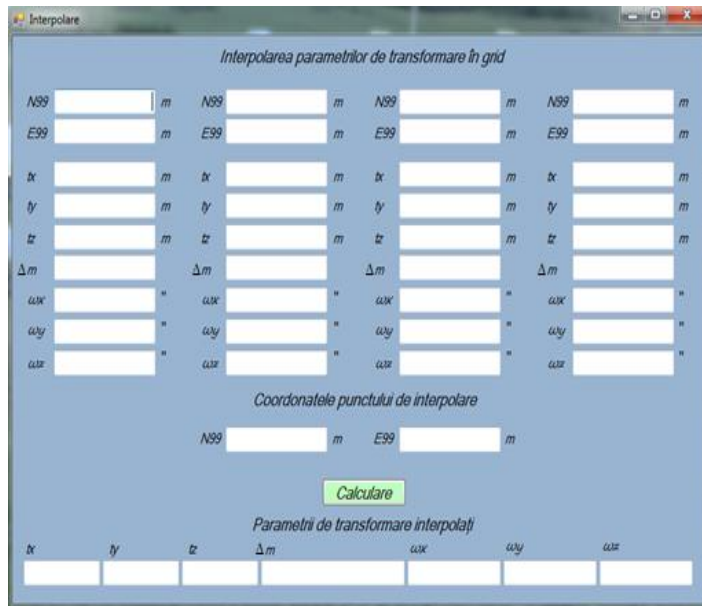
Tabelul 3. Parametrii de transformare interpolați (modelul Burs-Wolf)

Denumirea punctului	IDPCT	t_x , (m)	t_y , (m)	t_z , (m)	Δm , 10^{-6}	ω_x''	ω_y''	ω_z''
Stejareni	51	14,126	-128,354	-93,836	3,615	-0,032	0,061	-0,109
Vomiceni	196	15,441	-127,444	-92,173	3,254	-0,061	0,047	-0,135
Truseni	734	15,400	-127,752	-92,548	3,316	-0,151	0,000	-0,255
RomanestiVest	1472	15,916	-127,625	-92,062	3,206	-0,243	-0,048	-0,367
Condratesti	11486	12,109	-128,608	-96,012	4,068	-0,008	0,075	-0,033
Bravicea	5918	13,181	-129,131	-94,411	3,810	-0,218	-0,058	-0,351
Bogzesti	9166	15,035	-128,206	-92,593	3,379	-0,366	-0,127	-0,527
Putintei	9315	13,490	-129,128	-94,948	3,842	-0,254	-0,058	-0,390
Peticeni	26061	13,411	-129,017	-94,030	3,738	0,016	0,066	-0,068
Bucovat	55538	15,061	-127,731	-92,285	3,317	0,004	0,072	-0,065
Cristesti	4279	13,457	-128,850	-94,631	3,795	-0,062	0,043	-0,150
Lozova	4243	14,976	-127,769	-92,671	3,371	0,010	0,082	-0,054

Tabelul 4. Parametrii de transformare interpolați (modelul Molodensky - Badekas)

Denumirea punctului	IDPCT	t_x , (m)	t_y , (m)	t_z , (m)	Δm , 10^{-6}	ω_x''	ω_y''	ω_z''
Stejareni	51	25,507	-119,623	-75,562	3,615	-0,032	0,061	-0,109
Vomiceni	196	25,476	-119,602	-75,552	3,254	-0,061	0,047	-0,135
Truseni	734	25,545	-119,615	-75,598	3,316	-0,151	0,000	-0,255
RomanestiVest	1472	25,501	-119,673	-75,557	3,206	-0,243	-0,048	-0,367
Condratesti	11486	25,582	-119,864	-75,528	4,068	-0,008	0,075	-0,033
Bravicea	5918	25,503	-119,710	-75,536	3,810	-0,218	-0,058	-0,351
Bogzesti	9166	25,527	-119,806	-75,515	3,379	-0,366	-0,127	-0,527
Putintei	9315	25,504	-119,730	-75,535	3,842	-0,254	-0,058	-0,390
Peticeni	26061	25,549	-119,735	-75,551	3,738	0,016	0,066	-0,068
Bucovat	55538	25,467	-119,590	-75,552	3,317	0,004	0,072	-0,065
Cristesti	4279	25,551	-119,677	-75,570	3,795	-0,062	0,043	-0,150
Lozova	4243	25,476	-119,590	-75,555	3,371	0,010	0,082	-0,054

În urma interpolării, se observă că valorile parametrilor de transformare a punctelor interpolate se încadrează în limita valorilor parametrilor utilizați ale nodurilor gridului. La fel valorile celor trei rotații (ω_x , ω_y , ω_z) și factorul de scară Δm din modelul Bursa – Wolf sunt



identice cu acelea din modelul Molodensky –Badekas, diferă doar cele trei translații (t_x, t_y, t_z).

Toate calculele în ceea ce privește interpolarea parametrilor de transformare sunt efectuate cu ajutorul programului MATLAB iar cu ajutorul Microsoft Visual Basic s-a creat o aplicație a interpolării propriu-zise având o interfață de forma prezentată în figura 19.

Fig. 19. Aplicația de interpolare a parametrilor de transformare

Testarea parametrilor de transformare. Pentru verificarea preciziei de transformare a coordonatelor dintr-un datum în altul s-a efectuat un test prin compararea pozițiilor reale a punctelor de control. La această etapă de verificare s-au utilizat aceleași modele, prezentate mai sus. În acest caz, s-a parcurs o schemă de calcul prezentată în figura 20.

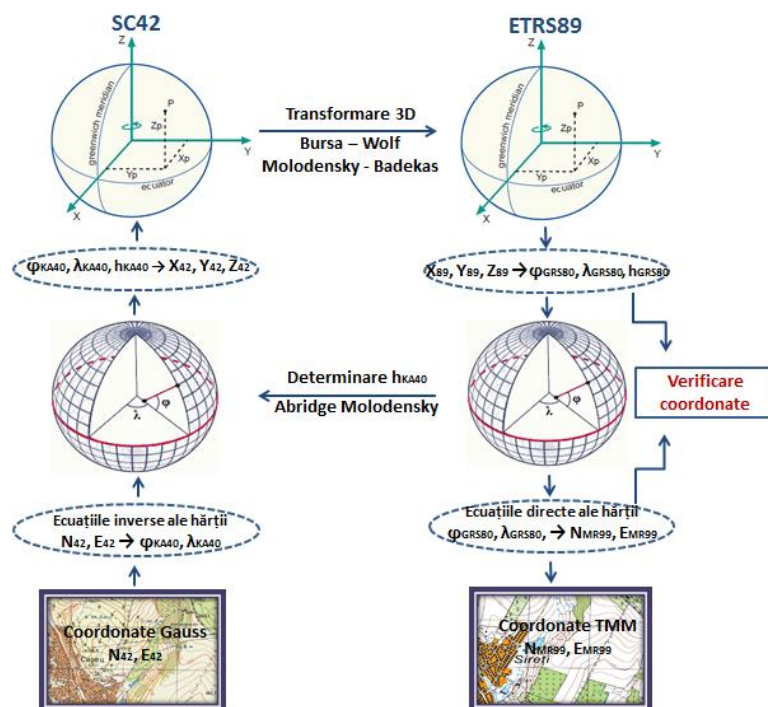


Fig. 20. Schema de calcul și testare a parametrilor de transformare

Pentru testarea prin calcul au fost utilizate aceleași 12 puncte geodezice din zona pilot, în care au fost determinați parametri de transformare prin interpolare.

S-a creat și o aplicație cu interfață grafică (figura 21) pentru transformarea coordonatelor din sistemul SC42 în sistemul ETRS89 pentru MOLDREF99, prin modelul Bursa – Wolf (Helmert).

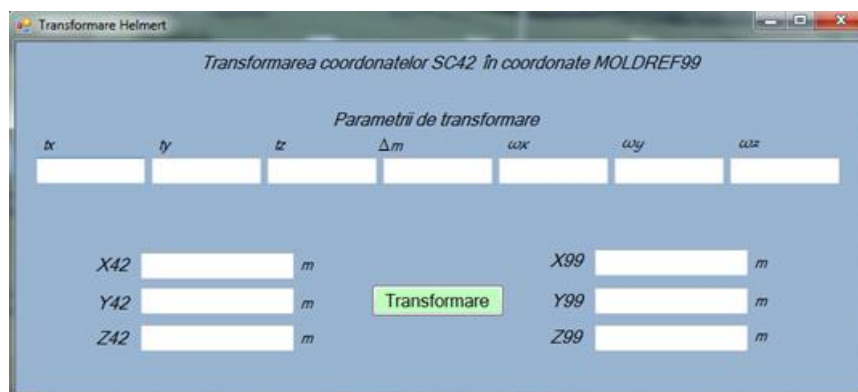


Fig. 21. Aplicația de transformare a coordonatelor SC42 în MOLDREF99

Pentru verificarea preciziei de determinare a coordonatelor carteziene geocentrice prin ambele modele de transformare a punctelor de verificare, se poate efectua prin analiza diferențelor acestor coordonate față de coordonatele carteziene respective din registrul național de coordonate din sistemul ETRS89 (MOLDREF99) obținute din măsurători, apoi se va face o analiză și față de coordonatele acestora, determinate cu ajutorul parametrilor de transformare 2D, utilizați în prezent pe teritoriul Republicii Moldova.

Dacă se vor reprezenta separat diferențele de coordonate ΔX , ΔY , ΔZ pentru fiecare model în parte, se va obține situația din figura 22, pentru modelul Bursa – Wolf, și cea din figura 23, pentru modelul Molodensky – Badekas.

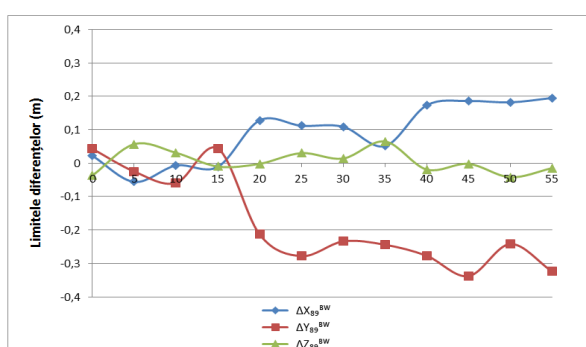


Fig. 22. Diferențele ΔX , ΔY , ΔZ ale punctelor pentru modelul Bursa – Wolf

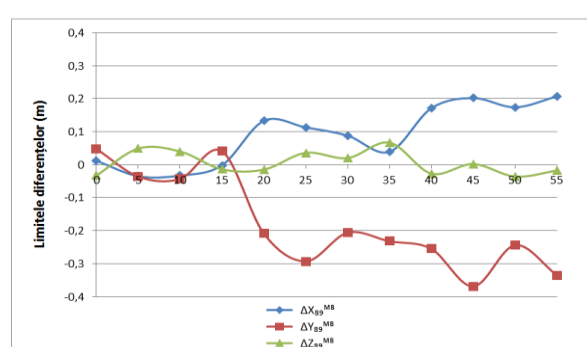


Fig. 23. Diferențele ΔX , ΔY , ΔZ ale punctelor pentru modelul Molodensky – Badekas

Reprezentarea acestora sub formă de histogramă, cu abaterile ΔS pentru fiecare punct geodezic, se prezintă în figura 24. Se poate face o concluzie, că în punctele în care s-a aplicat o transformare 2D (Condratesti, Bravicea, Bogzești Puținței, Peticeni, Bucovăț, Cristești, Lozova) prin utilizarea parametrilor de transformare regionali, se obțin erori foarte mari pe coordonate,

vectorul de deplasare ajungând în unele puncte și la ± 40 cm. Doar în punctele ale căror poziție este determinată prin măsurători, erorile de deviere sunt mai mici, valorile lor variind în limitele $\pm 4\text{cm} \div \pm 8\text{cm}$.

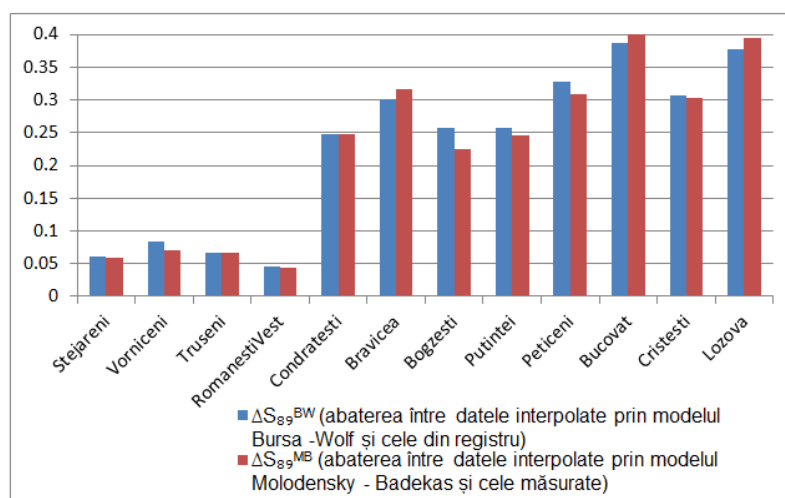


Fig. 24. Abaterile ΔS în rezultatul utilizării gridului de interpolare

Făcând o analiză și asupra rezultatelor obținute în urma utilizării parametrilor de transformare interpolați din ambele modele, pentru determinarea coordonatelor plane N , E se observă aceeași situație descrisă anterior (figura 25).

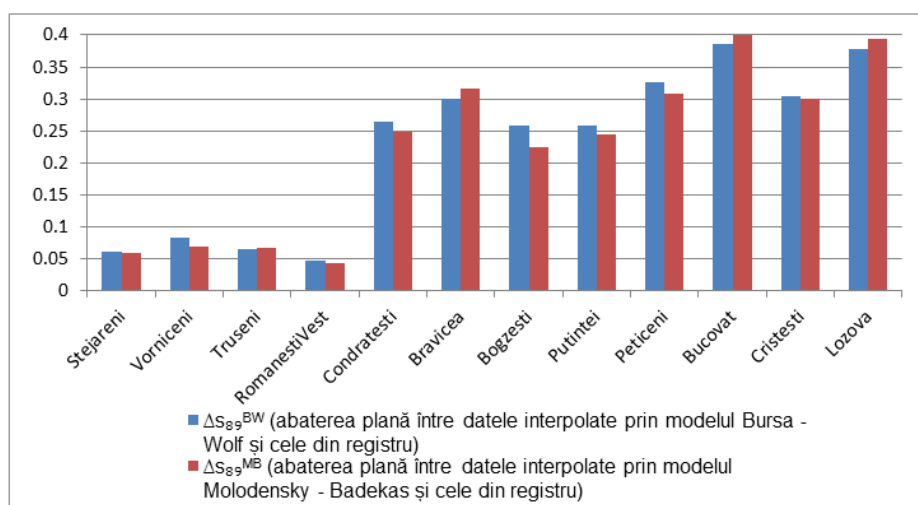


Fig. 25. Abaterile plane Δs în rezultatul utilizării gridului de interpolare

Testarea prin măsurători. Pentru verificarea exactității măsurătorilor în teren, au fost selectate trei puncte geodezice folosite în calcul și pentru verificarea din zona pilot, utilizând baza de date geodezice de pe site-ul oficial al Agenției Relații Funciare și Cadastru <http://geoportal.md> (figura 26).

Măsurătorile GNSS RTK au fost efectuate în punctele selectate din triangulația clasică veche, cu coordonate în sistemul SC42, și coordonate calculate în sistemul ETRS89, utilizând parametrii de transformare regionali.

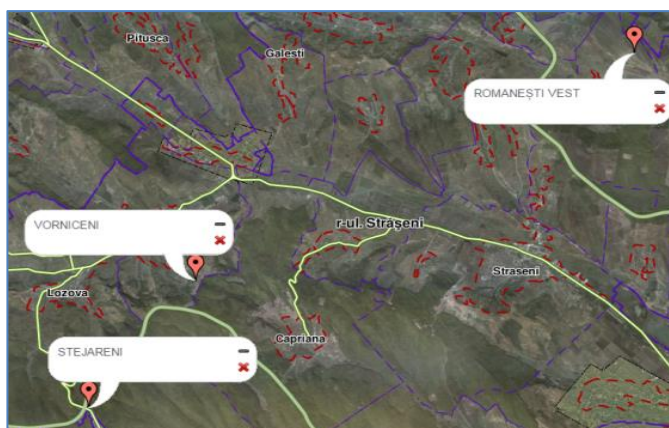


Fig. 26. Selectarea punctelor de pe geoportal

Verificarea în teren a constat în compararea coordonatelor ETRS89, obținute din măsurători GNSS RTK, cu coordonatele ETRS89 din registrul național și, de asemenea, cu coordonatele obținute din gridul de interpolare a parametrilor de transformare.

Dacă se face o repartizare grafică sub formă de histogramă a abaterilor pentru cele trei puncte de studiu, rezultă situația din figura 27. Din figură, rezultă că cele mai mari abateri se obțin în cazul datelor măsurate și a celor din registrul geodezic național. Abaterea pozițiilor punctelor măsurate și a celor din registrul este cu aproximativ $\pm 11\text{cm} \div \pm 14\text{cm}$, iar între cele măsurate și interpolate aproximativ $0 \div \pm 8\text{cm}$.

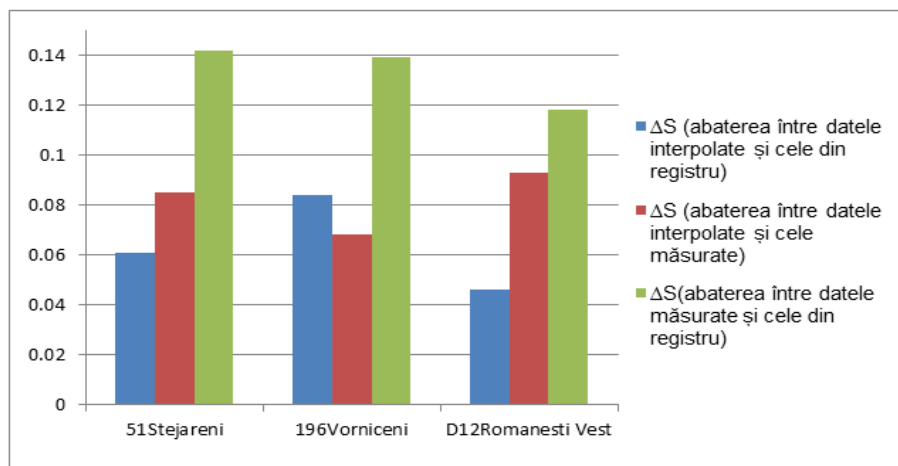


Fig. 27. Abaterile ΔS în rezultatul testării prin măsurători

Utilizarea ulterioară a parametrilor de transformare 3D interpolați, asigură o precizie uniformă de transformare a coordonatelor pentru întreg teritoriul țării noastre. Pentru aplicațiile geodezice și cadastrale, coordonatele geocentrice ETRS89 X, Y, Z pot fi ușor transformate în coordonate elipsoidale φ, λ, h , apoi în coordonate plane MOLDREF99 $x(N), y(E)$. În acest sens s-a elaborat și două aplicații grafice prezentate în anexe.

Anexele conțin produsele program elaborate în limbajul de programare MATLAB, și aplicațiile cu interfețe grafice cu ajutorul Microsoft Visual Studio a rezultatelor cercetării.

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

În lucrarea de față, au fost soluționate două probleme științifice importante cu care se confruntă domeniul geodezic din Republica Moldova, și anume: proiecția cartografică utilizată în prezent, pentru reprezentări la scări mari, nu este satisfăcătoare din punct de vedere al deformațiilor liniare, iar a doua problemă, este legată de divergențele ce apar la determinarea coordonatelor în zona de frontieră a raioanelor țării, prin utilizarea parametrilor actuali de transformare, determinați separat pentru fiecare raion în parte.

Prima problemă, poate fi rezolvată prin implementarea unei noi proiecții cartografice pentru reprezentări la scări mari, care va satisface cerințele deformațiilor liniare pentru ridicări topografice, precum și implementarea a unor proiecții cartografice compatibile cu cele ale aplicațiilor pan-europene, în perspectiva integrării Republicii Moldova în Uniunea Europeană.

A doua problemă, se poate soluționa prin aplicarea unei metode noi de determinare a parametrilor de transformare în grid, ce asigură o precizie uniformă de transformare a coordonatelor pe întreg teritoriul țării noastre.

Rezultatele cercetărilor efectuate în lucrarea de față, concretizate în rezolvarea problemelor menționate, au permis formularea următoarelor *concluzii principale*:

1. Referitor la aplicarea actualei proiecții cartografice pentru reprezentări în plan la scări mari, de exemplu la scara 1:500, s-a constatat că aceasta nu este satisfăcătoare din punct de vedere al preciziei pentru reprezentarea zonelor extreme de Vest și de Est ale teritoriului țării noastre ($-6 \text{ cm/km} \div +16 \text{ cm/km}$, în comparație cu $\pm 5 \text{ cm/km}$).

2. Determinarea cât mai exactă a poziției spațiale a obiectelor a fost, este, și va fi de mare actualitate. În acest caz, în Republica Moldova sunt necesare transformările datelor vechi de poziționare plană, referite la sistemul de coordonate sovietic SC42, în sistemul european de referință compatibil cu ETRS89, și sistemul național MOLDREF99. În urma cercetării, s-a constatat, că în prezent, multe materiale cartografice au rămas în sistemul vechi sovietic de coordonate și necesită a fi georeferențiate.

3. Prin analiza și aplicarea parametrilor existenți de transformare a coordonatelor 2D Helmert existenți între sistemele MOLDREF99 și vechiul sistem clasic SC42, calculați separat pentru fiecare zonă raională, s-a observat o diferență a coordonatelor în zona de frontieră a raioanelor, obținându-se erori foarte mari de neînchidere pe punctele geodezice de control (vectorul de deplasare ajungând în unele puncte la peste 40 cm).

4. S-a găsit o soluție adecvată pentru calcularea în grid a parametrilor de transformare pe teritoriul țării, în vederea creșterii preciziei transformărilor de coordonate, în special la zona de

frontieră a raioanelor, și furnizarea unui sistem unic al parametrilor de transformare pentru întregul teritoriu al Republicii Moldova.

5. În lucrarea de față, au fost determinați parametrii și constantele unei noi proiecții cartografice - Oblică Mercator pentru Moldova (OMM), în funcție de amplasarea zonei ce este supusă ridicărilor topografice în plan, în special la scări mari (1:500, 1:1 000), care va asigura o precizie cuprinsă între -2cm/km și +8cm/km și va satisface cerințele de precizie la executarea lucrărilor geodezice, cadastrale, aplicații GIS etc.

6. În urma studiului proiecției stereografice 1970 (plan secant Chișinău), cu polul în centrul României, pe actualul teritoriu al Republicii Moldova, s-a constatat că aceasta poate fi utilizată la întocmirea hărților la scări mici, deoarece deformațiile pe care le produce sunt mai mici (-25 cm/km ÷ +35 cm/km, în comparație cu -40 cm/km ÷ +32 cm/km), în comparație cu cele produse de proiecția Universală Transversală Mercator (UTM), utilizată în prezent pentru reprezentări cartografice la scări mici.

7. S-au studiat proiecțiile cartografice compatibile cu cele ale aplicațiilor pan-europene pe teritoriul țării noastre, în scopul interoperabilității seturilor și serviciilor de date spațiale, conform dezvoltării programelor de integrare europeană INSPIRE.

8. Au fost elaborate hărți ale teritoriului Republicii Moldova, cu izoliniile deformațiilor liniare în sistemele de proiecții cartografice utilizate în prezent în țara noastră și în sistemele de proiecții studiate, în scopul obținerii unei interpretări adecvate din punct de vedere vizual, a zonelor favorizate, și cu posibilitatea de a extrage în mod direct valori numerice pentru anumite puncte de interes de pe cuprinsul teritoriului țării.

9. S-au elaborat programe în limbajul MATLAB pentru prelucrările matematice ale transformărilor de coordonate în sistemele de proiecții cartografice, precum și pentru determinarea parametrilor de transformare, interpolarea și testarea lor.

10. S-a efectuat o analiză comparativă a două modele de determinare a parametrilor de transformare (modelul Bursa – Wolf (Helmert) și modelul Molodensky – Badekas), în urma căreia s-a constatat, că în practică se pot utiliza parametrii de transformare obținuți din ambele modele, deoarece ambele sunt comparabile ca precizie a determinării și pot fi utilizate pentru orice zonă, atâta timp cât coordonatele locale sunt determinate cu precizie ridicată.

11. În baza rezultatelor obținute la determinarea parametrilor de transformare, prin metoda propusă de autor, generarea gridurilor de celule din care să se poată interpola cu precizie mare acești parametri, pentru orice punct situat pe teritoriul țării, este bine-venită în lucrările cartografice de întocmire a planurilor la scări mari și v-a genera o precizie mai ridicată ($\pm 4\text{cm} \div \pm 8\text{cm}$), în comparație cu modelul de transformare a coordonatelor utilizat în prezent.

12. S-a demonstrat corectitudinea prelucrării matematice, prin obținerea rezultatelor de birou cu erori minime față de datele măsurate în teren și a celor din registrul național.

13. În premieră, au fost create cu ajutorul programului Microsoft Visual Basic, aplicații cu interfață grafică, pentru transformări de coordonate în proiecția cartografică locală, în proiecția cartografică propusă de autor, precum și în proiecțiile pentru aplicații pan-europene studiate pentru teritoriul țării noastre.

14. S-a elaborat o aplicație cu interfață grafică ce permite transformarea coordonatelor din proiecția cartografică propusă, Oblică Mercator, în coordonatele din proiecția utilizată în prezent la reprezentări la scări mari, și anume proiecția Transversală Mercator pentru Moldova (TMM).

15. De asemenea, s-au elaborat aplicații cu interfețe grafice pentru interpolarea parametrilor de transformare în grid și pentru testarea acestora printr-o transformare Helmert a coordonatelor din sistemul de coordonate SC42, în sistemul ETRS89 (MOLDREF99).

În baza cercetărilor efectuate și a rezultatelor obținute, **se recomandă:**

– adoptarea de către Agenția de Relații Funciare și Cadastru din Republica Moldova a proiecției Oblice Mercator (OMM), pentru întocmirea planurilor la scări mari, pentru a răspunde cerințelor de precizie;

– implementarea rezultatelor cercetării proiecțiilor cartografice pentru aplicații pan-europene, pentru planificarea spațială a politicii de integrare și evaluare a statelor care sunt candidate și care sunt integrate în Uniunea Europeană;

– extinderea rezultatelor de determinare a parametrilor de transformare a coordonatelor prin metoda gridului din zona pilot, pe întreg teritoriul Republicii Moldova, în vederea introducerii în baza de date pentru serviciile MOLDDPOS;

– plasarea online a aplicațiilor cu interfață grafică pentru ca toți utilizatorii din domeniu, să poată executa rapid transformările de coordonate.

BIBLIOGRAFIE

1. Neuner J. Sisteme de poziționare globală. București: Editura MATRIX ROM, 2000, 236 p.
2. Moldoveanu C., Rus T., Ilieș A., Danciu V. Rețele geodezice de sprijin (vol. I și II). București: CONSPRESS, 2004, 204 p.
3. *** Regulamentul cu privire la Sistemul Național de Poziționare. Aprobabil prin Hotărârea Guvernului Republicii Moldova, nr. 307 din 28 aprilie 2011.
4. *** Legea cu nr. 254 cu privire la infrastructura națională de date spațiale. Adoptată de către Parlamentul Republicii Moldova pe data de 17 Noiembrie 2016.
5. *** Directiva nr. 2007/2/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 14 martie 2007 de instituire a unei infrastructuri pentru informații spațiale în Comunitatea Europeană (INSPIRE), publicată în Jurnalul Oficial al Uniunii Europene L108 din 25 aprilie 2007.

6. *** Regulamentul cu privire la Rețeaua Geodezică Națională. Aprobata prin Hotărârea Guvernului Republicii Moldova, nr. 48 din 29 ianuarie 2001.
7. Курошева Г.Д. Топография: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. М.: Издательский центр «Академия», 2011. — 192 с.
8. Boș N., Iacobescu O. Topografie modernă. Editura: C.H. Beck, București, 2007, 552 p.
9. Ovdii M. Hărți digitale pentru Republica Moldova – tehnologii de realizare și utilizare. Chișinău: Î.S.F.E.-P. „Tipografia Centrală”, 2012, 200 p.
10. *** Fondul național de date geospațiale. Adresa: <http://geoportal.md>.
11. Serediuc C. Transformări de datum geodezic. În: Revista de cadastru RevCAD'07/2007, pp. 129-136.
12. *** Geomatics Guidance Note number 7, part 2, September 2016, 147 p.
13. *** Methodology and Parameters for Datum Transformation between the New and Old Reference Systems. November 14 / 2013, Tbilisi, Georgia, 29 p.
14. Phang Seng B., Halim S. 3D coordinate transformation using molodensky badekas transformation model: *MBT07*. In: Joint International Symposium and Exhibition on Geoinformation and GPS/GNSS, Malaysia, 2007, 13p.
15. Комаровский Ю.А. Использование различных референц-эллипсоидов в судовождении. Учеб. пособие. Изд. второе, перераб. И дополн. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2005. – 341 с.
16. Moca V., Chirilă C. Cartografia matematică întocmire și redactare hărți. Editura: U.T.GH.ASACHI, Iași, 2002, 130 p.
17. Snyder J. P. Map Projections An Working Manual. US Government Printing Office Chicago, 1987, 412 p.
18. ***ArcGIS"9. Understanding Map Projections. Environmental Systems Research Institute, Inc., 380 New York Street, Redlands, CA 92373-8100, USA. Copyright © 1994–2001, 2003-2004, 121 p.
19. Munteanu C. Cartografie matematică. Matrix Rom, 2003, 214 p. ISBN 973-685-599.
20. Chiriac V., Vlasenco A. The study of Oblique Mercator projection for large scale mapping of the territory of the Republic of Moldova. International Symposium GEOMAT 2015, Technical University "Gheorghe Asachi" Iasi, România. In: RevCAD Issue 19/2015, pp. 7-15.
21. Chiriac V., Vlasenco A. The comparative analysis of map projections for the Republic of Moldova territory. Modern achievements of geodesic science and industry Issue II (32), Lvov 2016, pp.129–132., UDC 528.92.
22. Vlasenco A. Study of cartographic projections for pan-European representations. In: Meridian Ingineresc, 2017, Nr. 2, pp. 40-48.
23. Chiriac V., Vlasenco A. Development of transformation parameters data base for MOLDPOS service. International Symposium GEOMAT 2016. Technical University "Gheorghe Asachi" Iasi, România. In: RevCAD Issue 22/2017, pp. 49-56.
24. Vlasenco A. Analiza modelelor de determinare a parametrilor de transformare a coordonatelor pentru teritoriul Republicii Moldova. În: Akademos, 2017, Nr.3, pp. 38-44.
25. Vlasenco A. Application of pan-European map projections on the territory of Republic of Moldova. In: Journal of Geodesy, Cartography and Cadastre Nr. 7, București, 2017. pp. 28-33.

LISTA LUCRĂRILOR PUBLICATE LA TEMA TEZEI

Articole în diferite reviste științifice

1. **Vlasenco A.** Study of cartographic projections for pan-European representations. In: Meridian Ingineresc, Nr. 2, 2017, pp. 40 – 48, ISSN 1683-853X (0.56 c.t.);
2. **Vlasenco A.** Analiza modelelor de determinare a parametrilor de transformare a coordonatelor pentru teritoriul Republicii Moldova. In: Akademos, Nr.3, 2017, pp. 38-44, ISSN 1857-0461 (0.43 c.t.);
3. Chiriac V., **Vlasenco A.** The study of Oblique Mercator projection for large scale mapping of the territory of the Republic of Moldova. In: RevCAD Issue 19/2015, pp. 7-14, ISSN 1583-2279 (0.5 c.t.);
4. Chiriac V., **Vlasenco A.** Development of transformation parameters data base for MOLDPOS service. In: RevCAD Issue 22/2017, pp. 49-56, ISSN 2068-519X (0.5 c.t.);

Articole în culegeri științifice

5. Chiriac V., **Vlasenco A.** The comparative analysis of map projections for the Republic of Moldova territory. In: Proceedings of the XXIth International Conference „Geoforum – 2016”. Issue II (32), Lvov, Ucraina, 2016, p.129–132., UDC 528.92 (0.25 c.t.);
6. Chiriac V., **Vlasenco A.** Calculation method of 3D transformation parameters grid for the Republic of Moldova territory. In: Proceedings of the Internatioal Conf. „Actual problems and innovations Ecogeoforum Ivano-Frankivsk 2017”, pp.324–325., UDC 528.3 (0.12 c.t.);
7. **Vlasenco A.** Certains aspects de la représentation de données cartographiques. In: Seminaire doctoral international francophone “La Recherche – Premiers Pas. Questions et Réponses”, Chișinău, 2016, p.154-160. ISBN 978-9975-110-65-5 (0.43 c.t.);
8. **Vlasenco A.** Necesitatea implementării unor proiectii cartografice în Republica Moldova. În: Materialele Conferinței Internaționale „Probleme actuale ale urbanismului și amenajării teritoriului”. Chișinău, 2016, Vol. I, p.136-141. ISBN 978-9975-71-848-6 (0.37 c.t.);
9. **Vlasenco A.** Application of pan-European map projections on the territory of Republic of Moldova. In: Journal of Geodesy, Cartography and Cadastre Nr. 7, București, 2017, pp.28-33. ISSN: 1454-1408. (0.37 c.t.);
10. **Vlasenco A.** Transformări de coordonate în proiecțiile cartografice utilizate în Republica Moldova. În: Conferința Tehnico - Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților UTM, Chișinău, 2010 vol. II, pp.491-494, ISBN 978-9975-45-159-8 (0.25 c.t.);
11. **Vlasenco A.,** Chiriac Vasile. Situația actuală privind dezvoltarea rețelelor de stații permanente GNSS în Republica Moldova. În: Conferința Tehnico - Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților UTM, Chișinău 2011, Vol.I, pp. 387-390. ISBN 978-9975-45-208-3 (0.25 c.t.);
12. **Vlasenco A.** Studiul unor proiectii cartografice pe teritoriul Republicii Moldova. În: Conferința Tehnico - Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților UTM, Chișinău, 2015, Vol.II, pp.249-252, ISBN 978-9975-45-442-1 (0.25 c.t.);
13. Cătană V., Morari N., **Vlasenco A.,** Chiriac V. Automatizarea transformărilor de coordonate. În: Conferința Tehnico - Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților UTM, Chișinău 2016, Vol.II, pp. 293-296, ISBN 978-9975-45-502-2 (0.25 c.t.).

Lucrări științifice cu caracter informativ

14. Atlasul de semne convenționale pentru planuri topografice la scările 1:5000, 1:2000, 1:1000 și 1:500. Regulament Aprobat prin Hotărârea Guvernului Republicii Moldova, nr. 154 din 26 decembrie 2016 (**Vlasenco Ana**—membru al grupului de lucru).

Lucrări metodico-didactice

15. **Vlasenco A.,** Chiriac V. Cartografie matematică, curs universitar. UTM, 2012., 256 pag. ISBN 978-9975-45-206-9 (16.0 c.t.);
16. **Vlasenco A.** Cartografie matematică, aplicații. UTM, 2006., 72 pag. ISBN 978-9975-9861-8-2 (4.50 c.t.).

ADNOTARE

la teza „Contribuții cu privire la perfecționarea parametrilor de transformare a coordonatelor și modificarea proiecțiilor cartografice pentru teritoriul Republicii Moldova”, prezentată de către Ana Vlasenco pentru conferirea gradului științific de doctor în științe tehnice, Chișinău 2019.

Structura tezei: introducerea, 3 capitole, concluzii și recomandări, bibliografia cu 112 titluri, 13 anexe, 120 de pagini text de bază, inclusiv 76 de figuri și 38 tabele. Rezultatele sunt publicate în 13 lucrări științifice.

Cuvinte-cheie: sistem de referință, proiecție cartografică, parametri de transformare, transformări de coordonate, deformații liniare relative, izolinii de deformație, datum geodezic, rețea geodezică, meridian axial, măsurători GNSS, sistem de poziționare, factorul de scară, baza de date.

Domeniul de studiu: geodezie și tehnologii geoinformaționale.

Scopul lucrării constă în argumentarea teoretico-experimentală a metodologiei de determinare a parametrilor de transformare a coordonatelor și micșorarea deformațiilor proiecțiilor cartografice pentru ridicări topografice la scări mari.

Obiective: evaluarea situației actuale în domeniul geodeziei și cartografiei în Republica Moldova; analiza și interpretarea modelelor de transformare a coordonatelor între două datumuri și a proiecțiilor cartografice după nivelul deformațiilor; elaborarea metodologiei de determinare a parametrilor de transformare a coordonatelor și a proiecțiilor cartografice; elaborarea unui pachet de programe și aplicații grafice pentru implementarea relațiilor de calcul; stabilirea unor metode de verificare, testare și argumentare a rezultatelor obținute.

Noutatea și originalitatea științifică. A fost elaborată o metodologie nouă de determinare a parametrilor de transformare a coordonatelor de pe teritoriul Republicii Moldova în scopul îmbunătățirii preciziei, în special la zona de frontieră a raioanelor. Pentru prima dată a fost studiată o proiecție cartografică pentru reprezentarea teritoriului țării în funcție de poziția geografică, întinderea și forma acestuia, ce poate fi utilizată cu succes la întocmirea planurilor la scări mari. S-a studiat proiecțiile cartografice pentru aplicații pan – europene conform prevederilor Directivei INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe). Au fost elaborate aplicații cu interfețe grafice în limbajul MatLab și Microsoft Visual Basic pentru transformări de coordonate.

Problema științifică soluționată constă în elaborarea unei metodologii de determinare a parametrilor de transformare între două sisteme de coordonate și micșorarea deformațiilor proiecțiilor cartografice pe teritoriul Republicii Moldova în baza unor modele matematice și aplicații grafice, fapt care a condus la îmbunătățirea preciziei transformărilor de coordonate și reducerea deformațiilor proiecției cartografice în cazul reprezentărilor la scări mari.

Semnificația teoretică a lucrării constă în evidențierea aspectelor teoretice și metodice, ce demonstrează ridicarea preciziei de determinare a parametrilor de transformare a coordonatelor între două datumuri și optimizarea deformațiilor unor proiecții cartografice.

Valoarea aplicativă rezidă în creșterea preciziei de transformare a coordonatelor din sistemul sovietic de coordonate 1942 (SC42) în sistemul național MOLDREF99, precum și în optimizarea deformațiilor proiecțiilor cartografice pentru reprezentări la scări mari.

Implementarea rezultatelor științifice. Rezultatele cercetărilor au fost prezentate specialiștilor din cadrul Agenției Relații Funciare și Cadastru și întreprinderilor de stat subordonate, confirmând că pot fi utile instituțiilor de profil în domeniile geodezie, cartografie, fotogrammetrie și geografie, precum și specialiștilor din producție din Republica Moldova. De asemenea, rezultatele au fost incluse în procesul educațional a studenților programului de studiu Inginerie Geodezică și Cadastru a Universității Tehnice a Moldovei.

ABSTRACT

to thesis „Contributions to the improvement of coordinate transformation parameters and modification of map projections for the territory of the Republic of Moldova”, presented by Ana Vlasenco for conferring a Doctor Degree in technical science, Chisinau 2019.

The thesis structure: introduction, three chapters, conclusions and recommendations, bibliography containing 112 titles/sources, 13 Annexes, 120 pages of basic text, including 76 figures and 38 tables. Results are published in 13 scientific papers.

Key words: reference system, map projection, transformation parameters, coordinate transformations, relative linear deformations, deformation isolines, geodetic datum, geodetic network, axial meridian, GNSS measurements, positioning system, scale factor, data base.

Field of study: geodesy and geoinformation technologies.

The aim of the research consists in theoretical-experimental argumentation and development of the methodology for determination of coordinate transformation parameters and decreasing the deformations of map projections for large scale mapping.

The objectives: assessing the current situation in geodesy and cartography in the Republic of Moldova; analyzing and interpreting the coordinate transformation models between two datum and cartographic projections by deformations level; the elaboration of the methodology for determining the transformation parameters and map projections; elaboration of the program package and graphic applications for implementing computing relationships; the establishment methods for verification, testing and argumentation the results obtained.

Scientific novelty and originality of the results. A new methodology has been developed to determine the coordinate transformation parameters for the territory of the Republic of Moldova in order to increase of the accuracy of coordinate transformations, especially at the border area of the districts. For the first time, a map projection for the representation of the territory of the country was studied according of the geographic position, its extent and its shape, which can be successfully used in drawing up large scale plans. Map projections for pan - European applications according to the provisions of INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) Directive have been studied. There have been developed applications with graphical interfaces in the MatLab and Microsoft Visual Basic language for coordinate transformations.

The scientific problem solved consists in developing a methodology for determining the transformation parameters between two coordinate systems and map projections on the territory of the Republic of Moldova based on mathematical models and graphic applications, which led to the improving of the accuracy of coordinate transformations and reducing map projection deformations for large scale representations.

The theoretical significance of the work consists in highlighting the theoretical and methodological aspects, which demonstrate accuracy improvement of coordinate transformation parameters determination between two datums and deformations optimization of some map projections.

The applicative value of the thesis is to increase accuracy of coordinate transformation of the Soviet coordinate system 1942 (SC42) into the national system MOLDFEF99, as well as to optimize the map projections deformations for large scale representations.

The implementation of scientific results. The results of the research were presented to the specialists from Land Relations and Cadastre Agency and subordinated state enterprises, confirming that they can be used by relevant organizations in the fields of geodesy, cartography, photogrammetry and geography, as well as in production for specialists from the Republic of Moldova. The results were also included in the student's educational process of the Geodetic Engineering and Cadastre Program of the Technical University of Moldova.

АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук „ Вклад в улучшении параметров преобразования координат и модификации картографических проекции на территории Республики Молдова”, автор: Власенко Ана, Кишинэу, 2019.

Структура диссертации: введение, 3 главы, выводы и рекомендации, библиография из 112 наименований, 13 приложений, 120 страниц основного текста, в том числе 76 рисунков и 38 таблиц. Результаты опубликованы в 13 работах.

Ключевые слова: референцная система, картографическая проекция, параметры преобразования, преобразования координат, относительные линейные искажения, изолинии искажений, геодезический датум, геодезическая сеть, осевой меридиан, измерения ГНСС, система позиционирования, масштабный коэффициент, база данных.

Область исследования: геодезия и геоинформационные технологии.

Целью данной работы является теоретико-экспериментальное обоснование и разработка методологии определения параметров преобразования координат и уменьшения искажений картографических проекций для крупномасштабных топографических съёмки.

Задачи работы: исследование актуальной ситуации в области геодезии и картографии в Республике Молдова; анализ и интерпретация методов преобразования координат между двумя датумов и картографическими проекциями по уровню искажений; разработка методологии определения параметров трансформации и картографических проекций; разработка программного пакета и графических приложений для реализации вычислений; установление методов проверки, тестирования и аргументирования полученных результатов.

Научная новизна и оригинальность результатов. Разработана новая методология определения параметров преобразования координат для территории Республики Молдова с целью повышения точности преобразования координат, особенно в приграничных районах. Впервые была изучена картографическая проекция для представления территории страны в зависимости от ее географического положения, степени и формы, которая может быть успешно использована при составлении крупномасштабных планов. Исследованы картографические проекции для общеевропейских приложений в соответствии с положениями Директивы INSPIRE. Были разработаны приложения с графическими интерфейсами в MatLab и Microsoft Visual Basic для преобразования координат.

Решенная научная проблема состоит в разработке методологии определения параметров трансформации между двумя системами координат и уменьшение искажений картографических проекций на территории Республики Молдова на основе математических модели и графических приложений, что привело к повышению точности преобразований координат и уменьшению искажений картографической проекции для крупномасштабных планов.

Теоретическая значимость работы состоит в освещении теоретических и методологических аспектов, что демонстрирует возможность повышения точности определения параметров преобразования координат между двумя датами и оптимизации искажений картографических проекций.

Практическая значимость работы является повышение точности преобразования координат из советской системы координат 1942 (SC42) в национальную систему MOLDREF99, а также в оптимизации искажений картографических проекции для крупномасштабных планов.

Внедрение научных результатов. Результаты исследования были представлены специалистам из Агентства Земельных Отношений и Кадастра и подчиненных государственных предприятий, которые подтвердили, что они могут быть использованы соответствующими учреждениями в областях геодезии, картографии, фотограмметрии и географии, а также специалисты по производству из Республики Молдова. Результаты также были также включены в процесс обучения студентов Инженерно-геодезической и кадастровой программы Технического Университета Молдовы.

VLASENCO ANA

**CONTRIBUȚII CU PRIVIRE LA PERFEȚIONAREA
PARAMETRIILOR DE TRANSFORMARE A
COORDONATELOR ȘI MODIFICAREA PROIECȚIILOR
CARTOGRAFICE PENTRU TERITORIUL REPUBLICII
MOLDOVA**

262.01 GEODEZIE ȘI TEHNOLOGII GEOINFORMAȚIONALE

Autoreferatul tezei de doctor în științe tehnice

Aprobat spre tipar: 23.01.2019

Hârtie ofset. Tipar RISO.

Coli de tipar: 2,0

Formatul hârtiei 60x84 1/16

Tirajul 50 ex.

Comanda nr. 07

UTM, MD 2004, Chișinău, bd. Ștefan cel Mare și Sfânt, nr. 168,
EDITURA „TEHNICA – UTM”,
MD 2045, Chișinău, str. Studenților, nr. 9/9.