

**ACADEMIA DE ȘTIINȚE A MOLDOVEI
INSTITUTUL DE GEOLOGIE ȘI SEISMOLOGIE**

Cu titlu de manuscris
C.Z.U: 550.34 (478) (0.43.2)

SANDU, ILIE

**INFLUENȚA PARAMETRILOR SURSEI SEISMICE VRANCEA
ȘI CONDIȚIILOR DE SOL ASUPRA EFECTULUI SEISMIC
ÎN REPUBLICA MOLDOVA**

134.10: GEOFIZICĂ ȘI SEISMOLOGIE

Autoreferatul tezei de doctor
în științe fizice

CHIȘINĂU, 2015

Teza a fost elaborată în Secția Seismologie (sau Laboratoarele: Seismologie și Cercetări Acțiuni Seismice) a Institutului de Geologie și Seismologie al Academiei de Științe a Moldovei

Conducător științific: **DRUMEA Anatol** Academician AȘM
ALCAZ Vasile dr. hab. în șt. fizico-matematice, IGS AȘM
Referenți oficiali: **BALAN Ștefan** dr. în ing. seismică, CS-I, INCDFP (România)
BURTIEV Rașid dr.conf. în șt. fizico-matematice, IGS AȘM

Componența consiliului științific specializat D 04.134.10-01:

1. **MĂRMUREANU Gheorghe, președinte**, dr. în ing. seismică, prof. univ., INCDFP, România
2. **GHINSARI Victoria, secretar științific**, dr. în șt. fizico-matematice, IGS AȘM
3. **RADULIAN Mircea**, dr. în fizică, INCDFP, România
4. **STEPANENCO Nila**, dr. în șt. fizico-matematice, IGS AȘM
5. **SECRIERU Vasile**, dr. în șt. fizico-matematice, conf. univ., USM
6. **CIOFLAN Ortanza Carmen**, dr. în fizică, INCDFP, România

Susținerea va avea loc la 24.04 2015, ora 13.00 în ședința Consiliului științific specializat D 04.134.10-01 din cadrul Institutului de Geologie și Seismologie al Academiei de Științe a Moldovei (str. Gh. Asachi, 60/3, mun. Chișinău, MD-2028, Republica Moldova).

Teza de doctor și autoreferatul pot fi consultate la biblioteca Institutului de Geologie și Seismologie al Academiei de Științe a Moldovei și la pagina web a Consiliului Național pentru Acreditare și Atestare (www.cnaa.md).

Autoreferatul a fost expediat la _____ 2015

Secretar științific al Consiliului științific specializat,
D 04.134.10-01 doctor în șt. fizico-matematice _____ **GHINSARI Victoria**

Conducător științific:

Academician AȘM _____ **DRUMEA Anatol**

Dr. hab. în șt. fizico-matematice, IGS AȘM _____ **ALCAZ Vasile**

Autor: _____ **SANDU Ilie**

(© Ilie Sandu 2015)

CARACTERISTICA GENERALĂ A LUCRĂRII

Actualitatea temei de cercetare:

Studiul manifestării cutremurelor de pământ pe teritoriul Republicii Moldova (RM) este o direcție de cercetare prioritară a științelor exacte spre asigurarea securității dezvoltării armonioase a economiei țării, cu minimizarea pierderii resurselor umane și cultural - economice (materiale). În această direcție devine necesară abordarea complexă a fenomenului seismic, decât cea probabilistă aplicată până în prezent, pentru a valorifica aportul sursei și condiției de sol la fiecare caz în parte.

Zonarea seismică a teritoriului RM efectuată în baza abordării probabiliste delimitează trei regiuni seismic active conform datelor istorice și a scării MSK-64 (care permite a exprima cantitativ valoarea intensității impactului seismic cu infrastructura). Astfel de tehnici însă întâmpină dificultăți de precizie la implementări pe scară mai mică (localități), de aceea se apelează tot mai des la metodele cu grad crescut al *detalierii* scenariului seismic; în literatura de specialitate tendința dată se întâlnește prin termenii sporirii gradului de *determinism*. Pentru moment, o variantă de sporire a gradului de determinism la microzonarea seismică a localităților RM a fost implementată metodologic în baza rezultatelor cercetării (sau detalierii) structurilor geologice și estimarea capacității acestora de a amplifica (sau diminua) manifestarea seismică la suprafața liberă a pământului; aspectul legat de generarea și propagarea semnalului seismic din regiunea seismogenă Vrancea rămânând a fi unul secundar - descris insuficient prin relații analitice aproximative de atenuare. Cu toate acestea, rezultatul final pentru macrozonarea și microzonarea seismică a fost expus doar prin valori de intensitate seismică MSK, care reprezintă o mărime statică generalizată. Tendința sporirii gradului de determinism în cercetările internaționale ale hazardului seismic se manifestă prin substituirea rezultatului final static (intensitatea seismică) prin valorile dinamice ale mișcării la sol – prioritar accelerații. Aceste valori sunt obținute în mare parte din seismogramele sintetice, care combină contribuția condițiilor geologice superficiale cu caracteristicile de sursă și a traseului de propagare după 3 componente ale mișcării (fiind posibilă determinarea direcției pe care valorile accelerației sunt majore). Avantajul aplicării tehnicilor deterministe constă în capacitatea lor de a completa cu date mai obiective mișcarea solului în regiunile (areale) pentru care nu sunt disponibile înregistrări instrumentale (aceste zone fiind răspândite); înregistrarea instrumentală fiind efectuată doar în anumite puncte de reper pentru întreg teritoriul RM. De asemenea, modelarea sintetică poate fi etalonată cu înregistrările reale existente la stațiile seismice în RM. Astfel, devine

extrem de necesară *valorificarea resurselor disponibile* referitoare la sursa seismică și la structura geofizică pentru o extindere ulterioară a estimării obiective a hazardului seismic în teritoriul RM.

Actualitatea lucrării este confirmată și prin legătura strânsă cu tematicile de cercetare:

- 0101 MD 01942. Studiul proceselor de producere a cutremurelor Vrancea și al factorilor ce determină riscul seismic pe teritoriul RM (2001-2005), IGS-ASM;
- 06.411.022F. Procese geodinamice în zona Vrancea, dezvoltarea metodelor de evaluare a pericolului și riscului seismic, (2006-2010), IGS-ASM;
- 11.817.08.38A. Dezvoltarea metodelor de cuantificare a hazardului și riscului seismic, consistențe cu pre-standardul EUROCOD8, (2011-2014), IGS-ASM.

Situația actuală în domeniul de cercetare și identificarea problemelor de cercetare:

Abordarea fenomenului seismic se axează pe o serie de aproximări și modele ipotetice legate de cauza și mecanismul falierei, structura mediului de propagare, propagarea semnalului seismic în acest mediu până la manifestarea cutremurului la suprafață.

Studiul hazardului seismic pe teritoriul RM, până la momentul de față, s-a realizat prin tehnici statistice care *nu implică* cunoștințele mecanismului de faliere în focar și emisia direcționată a impulsurilor seismice (sau pachetelor de undă), fenomenul de dispersie, atenuarea și amplificarea pentru diferite tipuri de unde seismice, heterogenitatea mediului. Toate aceste aspecte, însă, sunt integrate în schema generală de abordare neo-deterministă asupra hazardului seismic (manifestarea seismică probabilă). Cauzalitatea (sau determinismul) în manifestarea fenomenului seismic implică cunoașterea aspectului seismogenic; acesta este legat de acumularea și eliberarea energiei mecanice prin deformații (faliere, sau dislocații) în mediul elastic. Al doilea aspect descrie propagarea undei prin mediul elastic (proprietățile mediului reprezintă distribuția spațio-cauzală în propagarea semnalului seismic).

Prin urmare, cauzalitatea și determinismul sunt strict legate de proprietățile mediului studiat, iar atât timp cât modelul geodinamic nu reprezintă clar procesele de subducție acesta nu-i capabil să răspundă deterministic la întrebarea “*CÂND v-a avea loc eliberarea energiei ca undă seismică?*”. Apelarea la metoda statistică pentru prelucrarea scenariilor observabile este dovadă directă a metodei probabilistico-statistice aplicate în estimarea hazardului seismic. Determinismul (ce rămâne a fi la fel ipotetic prin incertitudinile modelului de structură aplicat) poate fi considerat doar sub aspectul propagării semnalului din sursă spre arealul de observare.

Așadar, autorul definește clar limitele cercetării de față - aspectul manifestării seismelor la suprafață se consideră *doar* în perspectiva mecanică (considerând staționare și neglijabile, aspectele: electric, magnetic, electro-magnetic, chimic și gravitațional, în timpul producerii unui seism) ca viziune forte a seismologiei. Aspectul manifestării probabile a fenomenului seismic reprezintă *problema directă* din seismologie, definită de condițiile inițiale: mediul de propagare, poziționarea relativă observator-sursă și parametrii de sursă pentru scenariul investigat. În aproximarea de față, se idealizează modelul de structură regional aplicat, drept un sistem închis, care nu depinde de variația posibilă a celorlalte câmpuri fizice (geofizice). Tot aici, modelul geodinamic global se propune (ipotetic) a fi un sistem izolat (definit de procesele interne, convecție a substanței incandescente) cu volum constant și proces de subducție definitoriu al geotectonicii. Această viziune este una *ipotetică* și definește conceptul general al interpretării cauzale asupra fenomenelor seismice (a manifestării acestora). Pentru moment, nu avem răspuns clar dacă sistemul geofizic este unul închis, și că volumul lui este constant, sau dacă abordarea dinamică și procesul de subducție este tocmai modelul care se potrivește cel mai bine cu cel real, și nici dacă parametrii modelului de structură sunt staționari, sau pot fi modificați în timp de presiune, temperatură etc.

Sinteza cercetării fenomenului seismic (manifestarea regională) efectuată mai sus scoate la lumină o serie de lacune existente care țin de problemele *directe* și *inverse* ale cercetării, și anume: *Problema inversă* a seismologiei regionale:

1. Lipsa bazei de date continue și accesibile (parametrii - soluții de mecanism focal (SMF)):
 - inconsistențe în valorile parametrilor de sursă raportați;
 - raportare fragmentară a parametrilor de sursă (intervale scurte de timp), sau
 - raportare incompletă a parametrilor de sursă (lipsa mecanismului sau magnitudinii) și
 - raportarea dimensionalității energetice în diferite scări convenționale (magnitudini)
 - raportări fără menționarea preciziei (lipsa etalonului de referință în raportarea parametrilor)
 - raportarea izolată a capacității și dinamicii de eliberare energetică prin seismele vrâncene, fără un studiu estimativ al raportului global-regional de corelare și argumentare a cauzalității
2. Lipsa modelului regional de structură geologico-geofizică (model extins al teritoriului RM):
 - raportări asupra structurii de adâncime doar prin geo-traversele anilor 1980 (date vechi)
 - raportări singulare a datelor de foraj, fără o sistematizare după profilul V-E (sudul RM)
 - interpretări structurale diverse asupra tectonicii teritoriului de interes (uneori contradictorii)
 - existența unei diversități pentru modelele structurale de adâncime (toate ipotetice)

Problema directă a seismologiei regionale:

1. Lipsa abordării deterministe în zona seismică a teritoriului RM:
- existența doar a abordării statistice a manifestării seismice în teritoriul RM, prin aplicarea relațiilor statistice de atenuare fără a ține cont de mecanismul sursei și fără o descriere detaliată a manifestării seismice (doar valoarea medie a impactului seismic, sau intensitatea).

Scopul și obiectivele lucrării:

Scopul lucrării constă în aprofundarea cunoașterii fenomenului seismic vrâncean: seismicitate, mecanismul focal, inclusiv evaluarea impactului seismic cauzat de evenimentele puternice asupra teritoriului RM.

În atingerea acestui scop s-a lucrat la realizarea următoarelor **obiective**:

1. Sistematizarea datelor de observație în perspectiva spațio-temporală spre consolidarea viziunii globale asupra fenomenelor seismice vrâncene.
2. Studiul parametrilor de sursă pentru evenimentele carpatice, accentul investigației fiind pe mecanismele focale, parametrul energetic (magnitudinea), relațiile de transfer de la o scară la alta a magnitudinii și erorile.
3. Studiul particularității structurii geofizice regionale de adâncime în baza datelor existente și completarea lacunelor în structura de suprafață (cuvertura sedimentară) pe baza specificului datelor de foraj.
4. Studiul estimativ asupra hazardului seismic din sudul RM, în abordarea neo-deterministă exprimat prin parametrii de mișcare la sol (acc., vit., depl.): studiu de caz - orașul Cahul.

Metodele folosite în această cercetare sunt:

- Analiza și sinteza informației istorice prin formularea întrebărilor (probleme) fundamentale referitor la evoluția cunoașterii fenomenului seismic vrâncean;
- Calculul soluției de mecanism focal pentru seismele regionale în baza polarității undei P;
- Analiza statistică a parametrilor de sursă în sistemul referențial *spațio-temporal-energetic*;
- Vizualizarea grafică a catalogului de SMF și distribuția parametrilor geofizici cercetați;
- Analiza și interpretarea complexă a datelor empirice de natură geofizică;
- Calculul seismogramelor prin metoda sumării modale (MSM) în abordarea neo-deterministă a hazardului seismic în RM.

Noutatea științifică:

1. A fost stabilită prezența și elucidată cauza dispersiei pentru valorile energetice în relațiile de recurență dintre diferite scări de energie.
2. A fost evaluat raportul global-regional (vrâncean) al eliberării energiei seismice.
3. Au fost catalogați și interpretați statistic parametrii de sursă pentru seismele vrâncene.
4. A fost evaluată contribuția sursei (Vrancea) în formarea efectului seismic la suprafață.
5. A fost evaluată contribuția structurii geologice locale la formarea efectului seismic în teritoriul RM.

Valoarea teoretică :

1. A fost elucidată importanța parametrilor de sursă asupra efectului seismic;
2. A fost estimată dispersia statistică pentru valorile magnitudinii raportate de International Seismological Centre (ISC) și stabilită conexiunea dintre emisia energetică a sursei seismice și dispersia statistică în valorile m_b ;
3. A fost demonstrată, în baza unui eșantion larg al datelor din observările seismice regionale, constanța raportului V_p la V_s în baza timpilor de sosire la stațiile seismice a undelor (P, S).

Valoarea aplicativă :

1. Rezultatele au fost aplicate în lucrări de microzonare seismică pentru orașul Cahul. Harta microzonării seismice a teritoriului orașului Cahul, elaborată cu participarea autorului tezei, a fost implementată în sistemul Ministerului Dezvoltării Regionale și Construcțiilor RM, prin Ordinul Ministrului Dezvoltării Regionale și Construcțiilor RM Nr.87 din 30 mai 2014. Harta în cauză a fost pusă în aplicație începând cu 1 iulie 2014.
2. Catalogul SMF, modelul regional Vrancea - Republica Moldova pot fi utilizate în lucrările ulterioare de evaluare a hazardului și riscului seismic în regiune.
3. Sistematizarea problemelor cercetării fenomenelor seismice asigură continuitatea procesului educațional sub aspectul cercetării cât și al protecției antiseismice.

Postulatele tezei înaintate spre susținere:

1. Elaborarea catalogului regional al mecanismelor focale (omogen pentru perioada modernă a seismologiei) cu evidențierea erorilor și altor particularități ale parametrilor de sursă.
2. Elaborarea modelului geologico-geofizic pentru regiunea de SV a RM în profilul V-E;

3. Evaluarea contribuției parametrilor de sursă și a condițiilor geologice locale în procesul manifestării seismului prin parametrii dinamici a mișcării la sol (acc, vit, depl).

Aprobarea rezultatelor:

Publicații: Rezultatele din lucrare au fost prezentate la conferințe internaționale și regionale: First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology (Geneva, 2006); 5th International Conference on Seismology and Earthquake Engineering (Tehran, 2007); International Symposium on Seismic Risk Reduction, The JICA Cooperational Project în România (Bucharest, 2007); International workshop -Harmonization of seismic hazard and risk reduction in countries influenced by Vrancea earthquakes, NATO SfP-980468 (Chișinău, 2008); First International Conference on Moldova Risks - From global to local scale (Bacău, 2012); 5th National Conference on Earthquake Engineering & 1st National Conf. on Earthquake Engineering and Seismology (Bucharest, 2014).

Pe tema tezei sunt publicate 14 lucrări științifice, în reviste internaționale și naționale.

Structura și volumul lucrării: conține introducere, trei capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografie din 217 titluri, 2 anexe, cu 104 pagini a textului de bază (cu volum total de 170 pagini). Lucrarea este ilustrată cu 53 scheme grafice și 24 tabele.

Cuvinte cheie: seisme, seismicitate, magnitudine, mecanism de sursă, focar, catalog seismic, model de viteze, metoda sumării modale, Republica Moldova, Vrancea, hazard seismic neo-determinist.

CONȚINUTUL SUCCINT AL TEZEI

În introducere se argumentează actualitatea temei de studiu, fiind formulate scopul și obiectivele cercetării; se prezintă noutatea științifică și postulatele tezei înaintate spre susținere, cu menționarea valorii teoretice și practice a rezultatelor obținute.

În primul capitol, pe baza unei ample analize asupra surselor bibliografice, este reflectat nivelul de cunoaștere generală a problemelor abordate în teză; aici se prezintă detaliat evoluția conceptuală a cunoașterii fenomenului seismic, fiind consolidată pentru prima dată diagrama cercetării seismelor prin prisma întrebărilor definitorii, sau istoria problemelor majore. La fel, au fost formulate reperele studiului regional ale seismelor prin intermediul datelor de observație ale parametrilor de sursă seismică [7]. Autorul prezintă *parametrii seismici* în viziunea actuală drept răspunsuri la întrebările

fundamentale care țin de seisme; iar sistematizarea parametrilor în raport cu axa timpului și tipul datelor folosite, permit autorului consolidarea schemei de evoluție a cercetării seismelor (Figura.1).

REPERE	Parametrii Surselor Seismice					TIP	INREGISTRARI			PERIOADA
	Timp	Epicentru	Adincime	Magnitud.	Mecanism	INFO	Descr.	Analog	Digital	CERCETARE
XVI XVII XVIII ~1750	?					DESCRIPȚIVA	[Icone de înregistrare analogică]	[Icone de înregistrare analogică]	[Icone de înregistrare digitală]	ISTORIC
~1760										
XIX ~1850		?								
~1880						INSTUMENTALA	[Icone de înregistrare analogică]	[Icone de înregistrare analogică]	[Icone de înregistrare digitală]	CLASIC-I
XX ~1920			?							CLASIC-II
~1920				?	?					
~1960										
XXI ~1970				?						MODERN

Fig 1. Schema generală a evoluției genetico-conceptuale de cunoaștere a fenomenelor seismice

Conform schemei, pentru perioada clasică a seismologiei regionale (1880-1960), și pentru cea modernă (1970-prezent) observarea seismelor a fost sistematizată în 2 regiuni, amplasate simetric față de linia Carpaților Orientali, arealul *-de est* și *-de vest*. Specificul abordării fenomenului în fiecare regiune este prezentat de autor în perspectiva întrebărilor la care se încearcă a se răspunde; pentru perioada modernă e specifică unificarea problemelor legate de manifestarea seismelor la suprafață (magnitudinea) și cauza generării acestor seisme (mecanismul falierii în sursă), care până la acel moment erau abordate separat atât în problema inversă, cât și cea directă a seismologiei [9].

Abordarea seismicității regionale prin date de observație evidențiază problemele fundamentale în cercetarea fenomenului seismic cum sunt: *periodicitatea* observabilă și probabilă (sau distribuția spațio-temporală), *câmpul macroseismic* observabil și probabil (sau distribuția spațio-energetică), *seismotectonica* observabilă și probabilă (sau distribuția spațio-cauzală). Ultima, fiind complexă, cuprinde aspectul propagării undelor mecanice (semnalul seismic) prin mediul *ipotetic*, și aspectul generării semnalului seismic în mediul dat prin acumulări de tensiuni mecanice, cu o detaliere asupra câmpului (distribuția spațială) deplasărilor în focar și la suprafața solului.

Generalizând rezultatele existente asupra *problemei inverse* - sistematizarea parametrilor de sursă seismică, autorul a identificat 10 cataloage globale și regionale cu informații utile privind activitatea seismică carpatică (în special în zona Vrancea) pentru ultimii 50 ani (Tabel.1). Drept referință în studiul parametrilor de sursă seismică (magnitudine și mecanism focal), autorul lucrării a considerat catalogul și buletinul furnizat de agenția ISC.

Tabel.1.Sistematizarea parametrilor de sursă din înregistrări instrumentale

Nr.	Catalog	Perioada	Epicentru	Adinc.	Mag.	Mec.
1	ISC ¹	1904-2006+	●	●	●	●
2	M&P ²	1964-1992	●	●	●	●
3	HVD ³	1976-2006+	●	●	●	●
4	MED ⁴	1997-2004+	●	●	●	●
5	RDL[ONC] [14] ⁵	1956-1994	●	●	●	●
6	IGS ⁶	1968-1986	●	●	●	●
7	ROM+ ⁷	984-2006+	●	●	●	○
8	ANSS ⁸	1898-2006+	●	●	●	○
9	USGS ⁹ (NEIC)	1973-2006+	●	●	●	(1981) ¹⁰
10	FSU ¹¹	-500-1988	●	●	●	○
11	RDL ¹²	1929-2005	●	●	●	●

Unificând aspectele menționate pentru cercetarea fenomenului seismic, a fost identificată și definită problema de studiu în contextul cercetării regionale, fiind formulate *reperele* studiului:

1. Studiul specificului regional al parametrilor de sursă seismică (magnitudine, mecanism);
2. Analiza datelor geofizice și geologice pentru elaborarea structurii regionale și locale;
3. Studiul contribuției sursei seismice și condițiilor geologice locale în manifestarea seismelor la suprafața solului.

¹ ISC - International Seismological Centre (<http://www.isc.ac.uk/>) (vizitat 10.01.2015)

² M&P - Mostryukov&Petrov database (catalogue on World Data Center (WDC))

³ HVD - Harvard Centroid Moment Tensor (<http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>) (vizitat la 11.03.2013)

⁴ MED - European-Mediterranean Regional CMTs catalogue (1997–2004)

⁵ RDL [ONC] este introdus în 2008, drept referință a SMF crustale prin ONC.

⁶ IGS – Institutul de Geologie și Seismologie (raport intern al activității științifice)

⁷ ROM+ (ROMPLUS database catalogue: <http://www.infp.ro/>) (vizitat 10.01.2015)

⁸ ANSS - Advanced National Seismic System (<http://www.quake.geo.berkeley.edu/anss/>) (vizitat 10.01.2015)

⁹ USGS - Unated States Geological Survey (<http://www.usgs.gov/>) (vizitat 10.01.2015)

¹⁰ NEIC(info) <http://earthquake.usgs.gov/contactus/golden/neic.php> (vizitat 10.01.2015)

¹¹ FSU - Former Soviet Union (catalogue)

¹² RDL este adaugat recent (2012) în studiu, cu permisiunea autorului de utilizare a SMF în faza comparativă.

Capitolul doi este dedicat problemei sistematizării parametrilor de sursă. Se prezintă materialul observațional aplicat în cercetare, împreună cu metodele de prelucrare a acestuia. Aici, se prezintă rezultatele determinării mecanismului de faliere la seism în baza metodei polarității unde P [14].

Soluțiile de mecanism focal (SMF) obținute de autor (173 la număr), împreună cu alte SMF existente, au permis consolidarea catalogului regional cu cca.250 SMF, și pronunța asupra câmpului de tensiuni mecanice în regiune: orientarea axei principale t este practic verticală, cu axa p orizontală după direcția NV-SE (la seismele subcrustale); orientarea difuză pentru axele principale t și p (la seismele crustale) [2]. La circa 90% din seismele intermediare generate în Vrancea SMF a fost atribuită tipului de faliere inversă [2, 11], ceea ce indirect sugerează constanța câmpului de tensiune mecanică în timp, referitor la tipul falierii pe parcursul a cca.40ani de observație instrumentală. SMF pentru seismul 30 mai 1990 a fost ales de autor ca *etalon* al scenariilor seismice în RM produse de evenimentele majore (1977, 1986, 1990); aspectul preciziei estimării SMF a fost abordat de autor în [3].

Inconsistențele raportării valorilor parametrilor de sursă seismică din diferite cataloage, sau agenții, depistate de autor au ridicat problema preciziei rezultatelor în estimări; o deosebită atenție a revenit parametrului legat de dimensionalitatea energetică (magnitudine, energie), autorul rezervând un subcapitol aparte acestei probleme. În baza analizei rapoartelor ISC pentru aceeași perioadă de timp, autorul a constatat că catalogul dat satisface condiția de omogenitate a raportării parametrului energetic în baza magnitudinii m_b în proporție de 96%. Acest catalog fiind luat ca reper în studiul mecanismelor de sursă regionale aduce cu sine incertitudinile legate de estimarea parametrului energetic, prioritar, prin intermediul scării magnitudinii m_b utilizate [1]. La scara magnitudinii m_b se adaugă încă 9 scări de referință pentru magnitudine aplicate de ISC (cele 4% din evenimente seismice); pentru fiecare din aceste scări au fost identificate relațiile de conversie către scara unică M_w a valorilor energetice, și erorile generate. Pentru scara m_b erorile maxime constituie 0.5 unități de magnitudine (u.m) [1], cu detalieri asupra relațiilor de recurență existente în Tabel.2.

Consecințele identificării acestor erori în valorile finale pentru M_w sunt alarmante, deoarece se pun semne mari de întrebare asupra eficienței aplicării relației frecvență-magnitudine, definită de Gutenberg-Richter; problema identificării magnitudinii M_w nu oferă amplasarea exactă a seismului în limitele ± 0.05 , sau ± 0.1 u.m., ci în ± 0.25 u.m., afectând distribuția reală. În rezultat, aproximația liniară a distribuției (*panta b*, interpretată prin activitatea seismică), fiind influențată de prezența erorilor, este diferită de cea reală, ce identifică ulterior valori *diferite* de cele *reale* pentru M_{max} . În

aceeași ordine de idei, aplicarea datelor istorice la rând cu cele instrumentale, pentru estimarea M_{\max} , nu este eficientă din cauza erorilor prezente în datele observațiilor seismice pre-instrumentale.

Tabel.2. Relații de recurență pentru scara magnitudinilor și erorile acestora

$m-M$	M	$m=f(M)$	dm	M	$M=F(m)$	dM
M_L-M_S	3.0 ÷ 4.5	$M_L=M_S+0.5$	0.5	3.5 ÷ 5.5	$M_S=M_L-0.5$	0.5
M_L-M_S	4.5 ÷ 7.0	$M_L=0.5M_S+3.0$	0.5	5.5 ÷ 7.0	$M_S=2.0M_L-6.0$	1.0
M_L-M_W	3.0 ÷ 7.0	$M_L=M_W$	0.5	3.0 ÷ 7.0	$M_W=M_L$	0.5
M_b-M_W	3.0 ÷ 5.0	$M_b=M_W+0.1$	0.25	3.1 ÷ 5.1	$M_W=M_b-0.1$	0.25
M_b-M_W	5.0 ÷ 9.0	$M_b=0.6M_W+2.1$	0.25	5.1 ÷ 7.5	$M_W=1.67(M_b-2.1)$	0.5
M_S-M_W	3.0 ÷ 6.0	$M_S=1.5M_W-2.9$	0.25	1.6 ÷ 6.1	$M_W=0.67(M_S+2.9)$	0.5
M_S-M_W	6.0 ÷ 8.0	$M_S=M_W+0.1$	0.25	6.1 ÷ 8.1	$M_W=M_S-0.1$	0.25
M_S-M_W	8.0 ÷ 10.0	$M_S=12.1-0.5M_W$	0.25	8.1 ÷ 10.1	$M_W=24.2-2M_S$	0.5
M_B-M_S	4.0 ÷ 9.0	$M_B=2.7+0.67M_S$	0.25	5.1 ÷ 8.1	$M_S=1.67(M_B-2.7)$	0.5
M_b-M_S	3.0 ÷ 8.0	$M_b=2.3+0.67M_S$	0.5	4.1 ÷ 7.1	$M_S=1.67(M_b-2.3)$	0.9
$M_{J+}-M_W$	4.0 ÷ 9.0	$M_{J+}=M_W+0.2$	0.25	4.2 ÷ 9.2	$M_W=M_{J+}-0.2$	0.25
$M_{J-}-M_W$	4.0 ÷ 9.0	$M_{J-}=M_W$	0.25	4.0 ÷ 9.0	$M_W=M_{J-}$	0.25
M_S-M_{GR}	6.5 ÷ 9.0	$M_S=M_{GR}-0.3$	0.5	6.2 ÷ 8.7	$M_{GR}=M_S+0.3$	0.5
M_t-M_W	6.0 ÷ 9.5	$M_t=M_W$	0.25	6.0 ÷ 9.5	$M_W=M_t$	0.25

Ținând cont de domeniile de aplicație ale relațiilor de recurență și ale erorilor finale pentru M_W a fost estimată emisia energetică la seismele globale și regionale (Vrancea) în dinamica lunară și mediată anuală, cu scopul caracterizării regimului seismic pentru perioada extinsă a observației 1965-2008. În rezultatul clusterizării numărului de seisme după axa magnitudinii cu pasul 0.5 u.m., a fost obținută distribuția frecvență-magnitudine în dinamica lunară și anuală. Valorile lunare pentru panta aproximației liniare sunt încadrate în raport de 96% ca $\beta=-0.6\pm 0.2$ [1]; rezultatul dat asupra activității seismice globale obținut de autor este în concordanță bună cu rezultatele obținute de alți autori, însă atenționând că fluctuațiile $\delta\beta=0.2$ nu pot fi interpretate drept cauza unică prin variațiile activității seismice la scară globală fără a clarifica aportul prezenței erorii în estimarea magnitudinii, care este considerabilă.

Pentru a estima valoarea energiei seismice emise anual, la scara globală și regională, autorul apelează la expresia analitică de conversie a valorii magnitudinii în energie ($\text{Log}E=1.5\cdot M_W+4.8$); din cauza erorilor prezente în magnitudini, autorul aplică variația magnitudinii M_W ($\pm\delta M_W$) pentru a estima E_{\max} , E_{med} , E_{\min} ($M_W+\delta M_W$, M_W , $M_W-\delta M_W$). Aspectul eliberării energetice globale s-ar

prezenta printr-o dinamică stabilă în timp (în decurs a 44 ani de monitorizare seismică); dinamica stabilă este și la scara regională cu unele devieri (maxim de activitate, anii 1977, 1986, 1990; minim de activitate, anii 1996, 2002, 2003, 2006, cauzat de selecția datelor $M \geq 4.5$, vezi Figura.2).

Valoarea medie pe întreaga perioadă de observație pentru energia seismică eliberată anual la scară globală: $E_{\min} \approx 5.3 \times 10^{16} \text{ J/an}$; $E_{\text{med}} \approx 2.7 \times 10^{17} \text{ J/an}$; $E_{\max} \approx 1.5 \times 10^{18} \text{ J/an}$; și $E_{\min} \approx 4.7 \times 10^{13} \text{ J/an}$; $E_{\text{med}} \approx 2.6 \times 10^{14} \text{ J/an}$; $E_{\max} \approx 1.5 \times 10^{15} \text{ J/an}$; la scara regională, în concordanță cu estimările anterioare $E_G \approx 6 \times 10^{17} \text{ J/an}$ (global) și $E_R \approx 2 \times 10^{14} \text{ J/an}$ (regional) [1]. Raportul anual al energiei globale către cea regională (K): $K_{\min} = 1120$; $K_{\text{med}} = 1038$; $K_{\max} = 1015$ (sau $\text{Log} K \approx 3.02 \pm 0.02$). Valori similare au fost prezentate prin raportul sumar al numărului de seisme global-regional ($K = N_G/N_R \approx E_G/E_R$) [1].

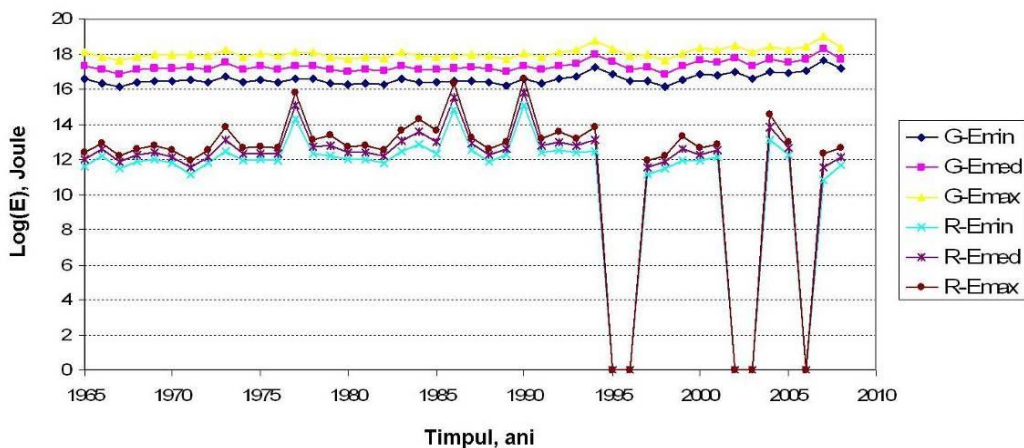


Fig.2. Eliberarea anuală de energie a seismelor din catalogul ISC ($M \geq 4.5$ și 1965 – 2008); $E = f(M_w; T)$.

La nivel global se observă un regim cvasi-continuu de eliberare a energiei seismice; la nivel regional însă comportamentul este discret (caracterizat prin două stări ale activității seismice: *pasive* și *active*, Figura.2). În cazul seismelor regionale majore din anii 1977, 1986, 1990, marja variației energiei eliberate este comparabilă cu cea globală; energia regională *maxim* eliberată: $3.7 \times 10^{16} \text{ J/an}$, este comparabilă energiei globale *minime*: $2.7 \times 10^{16} \text{ J/an}$. Astfel, se afirmă că sistemul seismogenic al pământului este unul complex și necesită abordare globală spre a identifica natura acestora.

Pentru a spori precizia în estimarea parametrului energetic s-a propus cercetarea *în detaliu* a activității seismice regionale în baza aceleiași surse de date (catalogul ISC, perioada 1965-2009); au fost identificate 214 evenimente seismice regionale [4].

Pentru a caracteriza precizia parametrului energetic se aplică ideea numărului sporit de stații participante la estimarea valorii m_b medii finale; deoarece valorile m_b raportate în buletinul ISC se

obțin în baza procedurii de mediere aritmetică a N valori m_b (raportate de N stații) există o dispersie cantitativă în valorile furnizate la stații care definesc incertitudinea (intervalul variației m_b) [4].

Caracterul statistic al valorii magnitudinii evenimentelor seismice se evidențiază mai bine în cazurile cu mai multe stații de raportare a m_b ($N \geq 50$). În Tabel.3. au fost selectate 20 seisme care satisfac condiția numărului de stații a raportării m_b pe eveniment $N \geq 50$: E1- 04 martie 1977; E2- 30 august 1986; E3- 30 mai 1990; E4- 31 mai 1990; E5- 21 noiembrie 1992; E6- 13 martie 1998; E7- 28 aprilie 1999; E8- 14 noiembrie 1999; E9- 06 aprilie 2000; E10- 24 mai 2001; E11- 20 iunie 2001; E12- 17 octombrie 2001; E13- 05 octombrie 2003; E14- 27 septembrie 2004; E15- 03 octombrie 2004; E16- 27 octombrie 2004; E17- 14 mai 2005; E18- 18 iunie 2005; E19- 13 decembrie 2005; E20- 25 aprilie 2009. Intervalul variației m_b (DIF), estimat la stații în evenimentele selectate, este [1.8, 3.4]; valorile DIF/2 sunt comparabile cu valorile prezentate în Tabel.2; aici se adaugă o distribuție neomogenă a stațiilor (valorilor m_b) după azimut (vezi Figura.3).

Tabel.3. Valorile magnitudinii undelor de volum m_b , pentru $N \geq 50$ raportări la stații

SEISM	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
# STA.	67	61	50	64	51	71	111	56	91	82
MB	6.1	6.3	6.4	5.9	5.1	4.7	5.1	4.6	4.9	4.8
MAX	7.7	7.6	7.3	6.6	6.0	5.7	6.0	5.5	6.0	5.9
MIN	4.3	4.7	5.3	4.8	4.2	3.6	3.9	3.5	3.9	3.8
DIF	3.4	2.9	2.0	1.8	1.8	2.1	2.1	2.0	2.1	2.1
SEISM	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20
# STA.	83	52	56	102	130	201	193	133	89	208
MB	4.9	4.7	4.5	4.8	5.0	5.6	5.0	4.9	4.6	5.3
MAX	6.0	5.7	5.4	5.7	5.9	6.6	6.2	5.9	5.5	7.0
MIN	3.9	3.6	3.5	3.8	3.9	4.6	4.0	4.0	3.6	3.6
DIF	2.1	2.1	1.9	1.9	2.0	2.0	2.2	1.9	1.9	3.4

Natura statistică a valorii m_b raportate de ISC se pastrează pentru orice număr de stații. Iar pentru a înțelege mai bine acest fapt e recomandabil a minimaliza numărul de stații pentru cazurile $N > 1$, la $N=1$. Este valoarea m_b estimată la stația selectată valoarea medie? Răspunsul este NU, este alta decât cea atribuită la moment pe întregul set cercetat; valoarea medie m_b a evenimentelor seismice selectate în studiu depinde de compoziția setului de stații seismice în parte.

Deoarece formula de calcul pentru m_b a fost elaborată încă în perioada clasică a seismologiei ca o aproximare tehnică a legii atenuării exponențiale cu distanța, fără a ține cont de directivitatea sursei (mecanismul focal), valorile m_b diferă radial (distanța epicentrală) cât și azimutal. Corecția valorii m_b prin constante se efectuează pe anumite seturi de seisme (cu un tip de mecanism focal ce nu poate fi extins la alte seturi de evenimente) și anumite stații (amplasament relativ față de sursă).

În practica seismologică această corecție este extinsă în formă analitică pentru scară globală, ceea ce autorul consideră a fi incorect metodologic (extrapolarea și generalizarea cazurilor particulare).

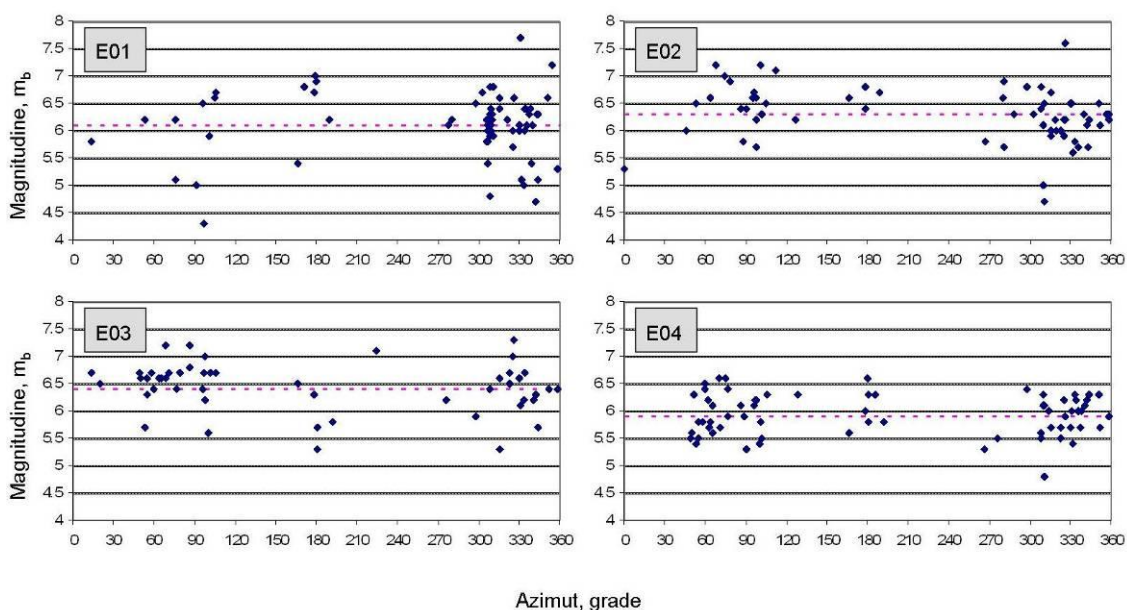


Fig.3. Distribuția azimutală (neomogenă) a valorilor m_b , pentru fiecare stație, la evenimentele seismice majore: E1 ($m_b=6.1$); E2 ($m_b=6.3$); E3 ($m_b=6.4$); E4 ($m_b=5.9$). Valoarea medie pentru magnitudinea m_b la fiecare eveniment se prezintă prin linie punctată.

Tabel.4. Magnitudinea m_b raportată de perechea stațiilor ISC apropiate EKA și ESK

# ISC Ev.	# St.	Dist. Ep.	Az., φ	Dist. Ep.	Az., φ	m_b	m_b	m_b
Codul ISC	Nr.	EKA	EKA	ESK	ESK	med	EKA	ESK
746030	44	21.05	308	21.07	308	5.0	5.0	5.3
706616	21	21.04	308	21.06	308	5.0	4.8	5.0
700695	67	21.07	308	21.09	308	6.1	6.3	6.8
674811	46	21.04	308	21.06	308	4.9	4.5	4.9
517109	47	21.02	308	21.04	308	5.1	5.2	5.3
489699	61	21.03	308	21.05	308	6.3	6.4	6.8
1650426	56	21.03	308.5	21.05	308.5	4.6	3.9	4.5
7405522	102	21.01	308.1	21.03	308	4.8	4.5	4.7
7414609	130	22.70	308.1	22.72	308.1	5.0	4.5	4.6
7380615	193	21.03	308	21.05	308	5.0	4.6	4.9
7144068	133	21.11	307.9	21.13	307.8	4.9	4.5	4.5

Autorul propune selectarea stațiilor apropiate prin condiția de amplasament relativ: $\varphi \pm 0.1^\circ$ și $\Delta \pm 0.1^\circ$, pentru a exclude manifestarea directivității în emisie a sursei, și evidențierea condițiilor de sol pentru stațiile etalonate prin diferențele și asemănările în valorile m_b raportate la aceste stații.

Autorul identifică 677 stații seismice ISC care au raportat valoarea m_b pentru setul seismelor selectate, iar în Tabel.4, se prezintă perechea stațiilor apropiate: EKA și ESK. Amplasamentul

relativ al stațiilor față de sursă e identic¹³, însă valoarea m_b raportată în cele 11 evenimente¹⁴ diferă în limitele 0-0.6 unități de magnitudine, fapt explicat prin etalonarea diferită a stațiilor (prin condiții geologice locale, sensibilitate spectrală a înregistrărilor). Același lucru se observă și pentru celelalte perechi de stații apropiate (diferențe de $m_b \leq 0.6$), sugerând ideea *stațiilor neechivalente*. Procedura medierii valorilor m_b , presupune însă contrariul – echivalența stațiilor de referință.

Această contradicție devine mai acută în cazul medierii extinse a magnitudinii m_b (pe întreg setul de 214 seisme) după azimut, ceea ce ia în considerare aspectul directivității sursei și nu este considerată de formula generală a estimării m_b . Aspectul dat se prezintă reușit și prin variația relativă a valorii m_b raportate de stație și medie pe set (ca exemplu, se prezintă stațiile cu numărul maximal de rapoarte a magnitudinii, unde δm este limitată prin valoarea maximă $\delta m \approx 1.1$ u.m.) [4].

Distribuția valorilor m_b , la stații pentru același seism, definește o natură statistic-dispersivă a valorilor medii pentru magnitudinea m_b raportată de ISC (cât și alte scări de magnitudine). De aici reiese și inconsistența, dispersia, în valorile magnitudinii relațiilor de recurență a două scări diferite cu o natură comună (Tabel.2), fapt ce rămâne o problemă deschisă.

Cu toate că buletinul ISC raportează în detaliu parametrii de sursă, comparativ altor baze de date, lipsa informației asupra condițiilor geologice locale și a celor de înscriere la stațiile ISC (etalonate) aplanează inițiativa de moment a îmbunătățirii metodei de calcul a magnitudinii m_b pentru regiunea carpatică, limitându-ne la atenționarea asupra erorilor majore în estimarea m_b , de ordin metodologic.

Generalizând asupra parametrilor de sursă (energia și faliera), metoda statistică aplicată pentru estimarea hazardului seismic prin M_{max} întâmpină dificultăți de precizie; relațiile de transfer pentru diferite scări de magnitudine introduc erori considerabile, de aceea se recomandă aplicarea valorilor M_w estimate direct, cu valorificarea scenariilor seismice semnificative și reprezentative.

Capitolul trei se dedică soluționării *problemei directe* a seismologiei regionale, exprimată prin estimarea hazardului seismic pentru teritoriul de sud a RM (abordare neo-deterministă). Se prezintă materialul observațional legat de structura de adâncime a regiunii împreună cu datele de foraj și metoda de prelucrare ale acestora. Se confirmă empiric relația dintre viteza de propagare a undei P și S, în profilul regional ales pe direcția sursa Vrancea – teritoriul RM. Se stabilesc intervalele de

¹³ Identic, în limita condiției (definiției) prezentată mai sus pentru amplasament relativ a două stații.

¹⁴ Evenimentele seismice sunt definite univoc prin codul ISC.

variație a parametrilor de sursă și condițiile de sol, se analizează manifestarea seismului la suprafață [13].

Tabel 5..Parametrii geofizici a modelelor (A, B, C) aplicați în studiu.

Nr. strat	Adânc. (km)	Gros. (km)	Densit. (g/cm ³)	Vp (km/s)	Vs (km/s)	Qp	Qs	Model Structură
Structura de suprafață (de la suprafață, până la 0.5km)								
1	0.500	0.500	2.40	2.60	1.50	88	40	A
1	0.575	0.575	2.15	2.80	1.70	110	50	B
1	0.035	0.035	1.85	0.70	0.34	16	7	C
2	0.105	0.07	2.05	1.60	0.45	24	10	
3	0.265	0.16	2.15	1.80	0.60	35	16	
4	0.395	0.13	2.20	2.00	0.70	47	21	
5	0.545	0.15	2.50	2.80	1.50	140	60	
Structura intermediară (de la 1km și mai mult, până la 9km)								
1	0.80	0.30	2.47	2.98	1.72	88	40	A
2	1.50	0.70	2.55	3.11	1.80	88	40	
3	3.00	1.50	2.65	3.93	2.27	150	70	
4	3.50	0.50	2.65	4.20	2.42	300	150	
5	4.00	0.50	2.65	4.80	2.77	300	150	
6	6.50	2.50	2.65	5.28	3.05	300	150	
1	1.32	0.77	2.35	3.63	2.10	160	70	B and C
2	3.10	1.78	2.55	4.28	2.47	210	100	
3	4.30	1.20	2.60	4.60	2.73	260	120	
4	5.00	0.70	2.65	5.00	2.95	290	140	
5	6.50	1.50	2.65	5.28	3.05	300	150	
Structura de adâncime (de la 9km și mai mult, până la 350km)								
1	9.00	2.50	2.65	5.40	3.12	300	150	A, B and C
2	12.0	3.00	2.70	5.63	3.25	300	150	
3	21.0	9.00	2.75	5.89	3.40	300	150	
4	25.0	4.00	2.85	6.58	3.80	440	200	
5	35.0	10.0	2.95	6.93	4.00	440	200	
6	41.0	6.00	3.02	7.41	4.28	440	200	
7	90.0	49.0	3.10	7.80	4.50	1.1k	500	
8	103	13.0	3.15	8.00	4.62	1.1k	500	
9	167	64.0	3.20	8.14	4.70	1.1k	500	
10	172	5.00	3.25	7.80	4.50	1.1k	500	
11	240	68.0	3.30	7.38	4.26	220	100	
12	267	27.0	3.35	7.80	4.50	300	150	
13	350	83.0	3.40	8.22	4.75	300	150	

Studiul influenței condițiilor de sursă și de sol asupra parametrilor de mișcare a solului în anumite puncte de observație pornesc de la definirea sursei și a structurii prin care unda seismică generată de sursă se propagă spre observator (punctul de înregistrare seismică).

Sporirea determinismului (detalierea) sub aspectul generării și propagării undei seismice se face prin intermediul parametrilor de: **sursă** (*poziție geografică, magnitudine, falier*) și **structură**

(densitate, atenuare, viteză de propagare a undei, geometria structurii, amplasament relativ al observatorului față de sursă), cu ajutorul MSM¹⁵ [6]; în cadrul consolidării structurii geofizice regionale și locale s-a evidențiat problema corelării valorilor vitezei de propagare a undei S și P, în lipsa investigațiilor separate pentru propagarea lor în zonă. Astfel, referitor la structură, au fost compilate trei modele de referință (A, B, C), unde A – reprezintă structura regională mediată în baza datelor tomografice; B – reprezintă același model A, cu detalieri în partea superioară (0-6.5km) ale structurii locale, identificând în baza datelor geologice (73 foraje) din sudul Moldovei cinci orizonturi de referință; C – reprezintă modelul B, cu detalieri în partea superioară (0-0.6km) a structurii locale, identificând în baza datelor de foraj cinci strate de referință în loc de un strat, specific pentru celelalte modele A și B. Mai multe detalii asupra metodei de prelucrare a datelor de foraj, corelarea structurilor geologice locale cu tectonica regională sunt prezentate în lucrarea de referință a autorului [5]; valorile parametrilor structurilor, considerate în studiu (modelele A, B, C), se prezintă succint în Tabel.5 (a fost aplicată relația empirică dintre V_P și V_S verificată de autor, în baza datelor asupra timpilor de sosire a fazelor S și P la stațiile ISC, în perioada 1965-2012; unde $V_P/V_S=T_S/T_P=1.73\pm 0.01$ [8]).

Algoritmul investigației (testul parametric) începe prin definirea structurii regionale și banda frecvențelor de generare a modurilor Love și Rayleigh (cu funcțiile proprii ale acestora). Însă pentru a genera seismograma sintetică în structurile deja definite a fost necesară identificarea *seismului de referință (etalon)*, ce a fost selectat de autor (evenimentul seismic din 30 Mai 1990, $M_w=6.9$):

- seismul a fost înregistrat instrumental la stația seismică din orașul Cahul;
- seismul a fost identificat în baza parametrilor de sursă drept seism *reprezentativ* al influenței zonei seismogene Vrancea asupra RM, împreună cu alte două seisme puternice în ultima jumătate a sec.XX (4 Martie 1977, 30 August 1986 [12]).

La modelarea sursei seismice în MSM, geometria sursei seismice și a sistemului de referință aplicat se prezintă¹⁶ prin: ϕ unghiul (*strike-receiver*) dintre azimutul (*strike*) direcției faliei cu linia imaginară, care unește epicentrul și poziția “receptorului” stației seismice, δ este (*dip*) unghiul de înclinare al faliei, iar λ reprezintă (*rake*) unghiul direcției de mișcare pe planul de falie. Funcția de timp a sursei seismice este de tip treaptă, componenta normală a tensiunii este continuă pe falie.

¹⁵ MSM utilizează aproximarea sursei punctiforme și modelul dublu-cuplu de forțe echivalente.

¹⁶ **SRE** -unghiul dintre azimutul faliei și amplasamentul observatorului în raport cu sursa seismică; **DIP** -unghiul diedru dintre planul faliei și orizontul pământului; **RAK** -unghiul deplasării relative a blocurilor față de orientarea azimutală a falierii; **SDE** -adâncimea focarului seismic; **EDI** -distanța epicentrală; **RDE** -adâncimea de amplasare a observatorului, ce se consideră zero; **INT** -interpolarea în domeniul frecvențelor alocate; **MAG** -valoarea magnitudinii (M_w).

MSM admite reprezentarea echivalentă a sursei într-un mediu stratificat prin punctul în care acționează un cuplu-dublu de forțe (ca o suprapunere a 2 cupluri de forțe ortogonale); iar deplasările produse de acestea sunt descrise prin funcțiile Haskell (doar în aproximarea primului termen, pentru cazul domeniilor îndepărtate de sursă). Aproximația sursei în MSM, prin geometrie punctiformă și cuplu-dublu de forțe, descrie satisfăcător cutremurele intermediare puternice generate în zona Vrancea [6]. Parametrii de sursă ale seismelor raportate în cataloagele de referință: 1 –HVD; 2 – RDL; 3 –NEIC; 4 –ISC [14], sunt expuși în Tabelul 6.

Tabel.6. Parametrii de sursă pentru seismele puternice Vrâncene ($M \geq 6.5$) din ultimii 50 ani

Eveniment A. Martie 04, 1977												
Cat.	Lon, E	Lat, N	H, km	M_w	m_b	dip	rake	strike	Az	Ep	SR	
1	26.17	45.23	83.6	7.5	6.4	62	92	235	64	162	171	
2	26.8	45.8	90	7.4	-	60	80	225	84	98	141	
3	26.72	45.83	86	7.4	6.1	71	99	222	85	103	137	
4	26.71	45.82	85.8	7.4*	6.5	75	105	279	85	104	194	
Eveniment B. August 30, 1986												
1	26.53	45.76	132.7	7.2	6.3	72	97	240	82	117	158	
2	26.5	45.5	131	7.1	-	65	104	227	71	128	156	
3	26.31	45.54	137	7.1	6.3	69	102	245	74	139	171	
4	26.31	45.54	137	7.0/7.1	6.3	70	106	248	74	139	184	
Eveniment C. Mai 30, 1990												
1	26.81	45.92	74.3*	6.9	6.7	63	101	236	91	96	145	
2	26.9	45.9	60/90	6.9/7.4	-	63	101	239	90	90	149	
3	26.66	45.85	89	6.9	6.4	62	82	218	87	107	131	
4	26.66	45.85	89	6.9/7.3	6.4	60	109	227	87	107	140	

Metoda comparativă a componentelor: transversale (t), radiale (r), verticale (z), la deplasare, viteză și accelerație în cele 3 modele, subliniază importanța cunoașterii condițiilor de sol în studiul câmpului seismic. Prin linii verticale sunt marcate valorile exacte ale parametrilor investigați; prin linii întrerupte se definește intervalul de încredere pentru unghiuri $\pm 5^\circ$ și distanțe ± 5 km. Pentru banda frecvențelor 0.005-1Hz, valoarea maximă în seismograma sintetică corespunde modelului C (cu descriere detaliată a cuverturii sedimentare); coeficientul amplificării semnalului fiind 1.5 [6].

Primul parametru de sursă considerat în studiu e unghiul SRE; pentru interpretarea variației parametrului SRE, se consideră factorii ce pot influența valoarea acestuia: în cazul amplasării fixe al observatorului, variația poate fi cauzată de imprecizii în localizarea relativă a sursei seismice; în cazul sursei fixate, variația SRE a observatorului în teren este doar azimutală (la același EDI).

Al doilea parametru de sursă este unghiul DIP, la variația căruia se redistribuie energia de pe componentele radiale (r) și verticale (v) spre cea transversală (t) ale mișcării la suprafața liberă.

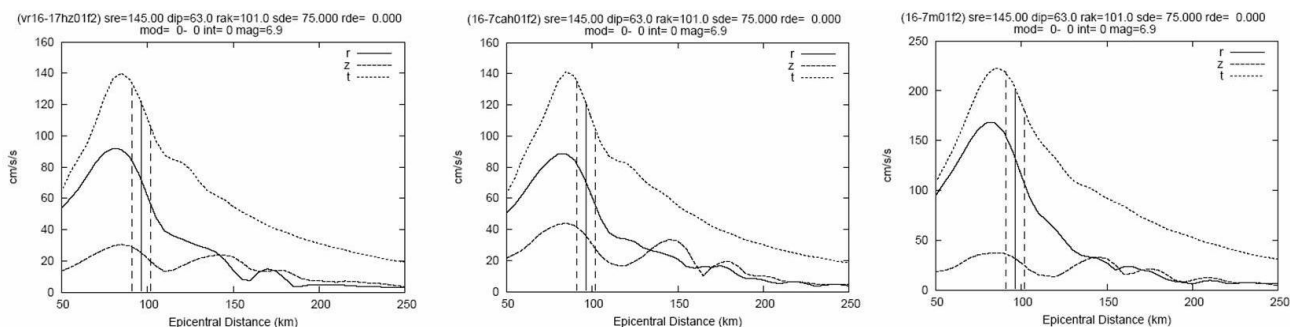


Fig.4. Testul parametric pentru EDI în domeniul frecvenței: [0,1] Hz, valori maxime ale accelerației; modelele structurale A, B, C, și componentele radiale (r), transversale (t), și verticale (z).

Variațiile $\pm 5^\circ$ ale unghiului RAK, produc variații doar $\pm 5\%$ în accelerația maximă, ceea ce definește stabilitatea la erori. Variațiile $\pm 5\text{km}$ față de valoarea medie a adâncimii focarului (SDE) produc fluctuații de $\pm 5\%$ din valorile maxime ale accelerației la sol. Creșterea valorilor accelerației maxime pentru amplasamentul or.Cahul este direct proporțională cu adâncimea sursei.

Parametrul de amplasament al observatorului față de sursă EDI este în funcție exponențial-regresivă, și descrie legea atenuării în modelul structurii cu strate plan-paralele pe întreg intervalul cercetat $250\text{km} \geq \text{EPI} \geq 50\text{km}$. Pentru aproximarea sursei punctiforme e necesar a păstra condiția $\text{EDI} > \text{SDE}$. Figura.4 prezintă valorile maxime pentru accelerație (la trei modele) cu fluctuații majore pentru componentele orizontale. La variația EDI cu $\pm 5\text{km}$, se produc variații de $\pm 10\%$ din valoarea medie a accelerației maxime, respectiv. Aceste variații pot fi interpretate ca incertitudine în amplasament (în eroarea estimativă a focarului, sau a poziționării observatorului (regiunile învecinate or.Cahul)) [6].

Vizualizarea dependenței amplitudine-frecvență, pentru accelerație, viteză, și deplasare, se prezintă în [10], unde se compară modelul A și modelul C în domeniul 0.005-1Hz. Valorile maxime la frecvența 0.4Hz prezintă fenomenul amplificării semnalului seismic în structurile de la suprafața modelului C (cauzate de stratele sedimentare moi); pentru domeniul frecvențelor 0.005-1Hz folosit în aceste simulări, armonica 0.4Hz este caracteristică în modelul de structură locală C (or.Cahul).

Dezvoltând metoda comparativă a amplitudinii spectrului Fourier a seismogramelor sintetice pentru modelul A și C (în domeniul de frecvențe 0.025-5Hz) se observă prezența componentelor de frecvență înaltă la modelul C datorită informației asupra stratelor sedimentare, amplasate în partea

superioară a structurii geologice locale (or.Cahul). Componenta deplasării este puțin informativă datorită valorii amplitudinii Fourier mici pentru ambele modelele A și C [6], însă în componentele vitezelor se prezintă o concordanță bună a ceea ce s-a menționat mai sus, la fel este și cu valorile spectrale din seismograma înregistrată în or.Cahul la seismul din 30 mai, 1990.

Faza finală a testului parametric constă în compararea seismogramei sintetice obținute la aplicarea metodei MSM cu parametrii de sursă a seismului din 30 mai 1990 și înregistrarea reală ce s-a făcut la stația seismică din or.Cahul la același seism și filtrată în același domeniu de frecvențe. Conform relației empirice dintre intensitatea macroseismică MSK și parametrii de mișcare a solului, componenta maximă înregistrată a seismului din 30 Mai, 1990 se încadrează în limitele variației accelerației pentru intensități $I \approx VIII$ grade pe scara MSK-64, MSK-77 [10]. Conform seismogramei sintetice, generate în baza parametrilor de sursă a seismului etalon 30 mai 1990, în or.Cahul ar fi valori echivalente cu $I \approx VII$ grade MSK-64 și -77 pentru modelul C, la fel sunt și cele instrumentale, spre deosebire de cazul structurii modelului A (absența detalierii pentru structura geologică locală care prezintă valorile intensității seismice în același punct al observației mai mici cu un grad (sau mai puțin cu 100% din valorile maxime ale vitezei). Incertitudinea estimativă, prezentă în scara MSK și în parametrii observabili, cât și în cei de calcul numeric (caracterizat de condiții inițiale) nu permit trasarea izoliniei comparative cu precizie δI mai mică de 1 grad. Aceasta reprezintă condiția de coexistență a înregistrării observabile digitale și cea macroseismică, cu rezultatele noi obținute.

Aplicarea MSM pentru teritoriul RM poate fi valorificată prin extinderea areală a cercetării (abordarea neo-deterministică a hazardului seismic) după 2 componente: aceleași frecvențe (0.005-1Hz) și la o bandă extinsă a frecvenței (0.05-10Hz); descrierea complexă a profilului geologic 2D și 3D prin heterogenități laterale (în plan orizontal).

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

Lucrarea prezentă este dedicată studiului de o importanță deosebită din punct de vedere al asigurării securității seismice și anume, *evaluării influenței parametrilor de sursă seismică și condițiilor de teren asupra efectului seismic la suprafață.*

1. Rezultatele de bază ale cercetării parametrilor de sursă seismică (mecanismul focal):

-Au fost sistematizate polaritățile undei P pentru seismele regionale vrâncene cu M3.0+, în perioada anilor 1967-2006, ceea ce a permis autorului să calculeze și valorifice ulterior 173 SMF din cele 292 seisme identificate în zona de studiu.

-A fost estimată calitatea SMF obținute de autor drept una foarte bună, în baza consistenței medii a numărului de polarități utilizate în set (de 83%) și ratei înalte (de 95%) a SMF, ce au peste 10 semne de polaritate. Erorile în localizarea seismului nu afectează SMF.

-A fost elaborat un catalog regional SMF omogen pentru perioada modernă a seismologiei, în baza SMF obținute de autor și altor SMF regionale existente, și elucidată prezența erorilor parametrilor de sursă.

-În baza acestui catalog de SMF a fost stabilit că:

a) orientarea axelor principale (p,t) este difuză pentru seismele crustale și direcționată pentru cele subcrustale (NV-SE în plan orizontal - axa p; după verticală - axa t). Orientarea axelor principale în setul de SMF este de cca.90% de tipul falierii inverse.

b) pentru seismele vrâncene majore: 1977, 1986, 1990, este comun același tip de mecanism al falierii inverse, definit univoc prin SMF în lucrările de referință și de către autorul lucrării. Ca rezultat, se sugerează prezența unui câmp de tensiune tectonică constant în zona focală a cutremurelor vrâncene.

2. Rezultatele de bază ale cercetării parametrilor de sursă seismică (magnitudinea):

-A fost estimată rata înaltă a omogenității catalogului de referință (ISC) în raportarea parametrului energetic după scara magnitudinii m_b (peste 96% seisme) ceea ce favorizează considerarea prioritară a catalogului ISC față de alte surse.

-Au fost aplicate relațiile de trecere de la scările m_b și M_s către scara M_w existente, pentru faza de omogenizare a parametrului energetic în catalogul de SMF, fără valori fixe ale erorii.

-A fost estimată valoarea erorii introduse în magnitudini la aplicarea relațiilor de conversie spre scara unică a parametrului energetic, în baza analizei statistice pentru un set de 176877 evenimente globale raportate de ISC. Erorile sunt considerabile, de ordinul ± 0.5 (u.m).

-A fost estimată valoarea erorii introduse în magnitudini la aplicarea procedurii de mediere a valorilor m_b raportate pe stații la seism ca ± 1.0 (u.m). Acest rezultat a fost obținut în cadrul investigației unui set de 214 seisme regionale. Au fost identificate și cazuri de mediere a valorilor m_b raportate pe stații seismice cu etalonare diferită; autorul recomandă utilizarea M_w la implementarea MSM, care consideră mecanismul focal în estimarea magnitudinilor.

-A fost stabilit că erorile valorilor parametrului energetic impun restricții în aplicarea:

a) perioadei extinse de observație a seismelor, separând perioada înregistrării istorice de cea instrumentală în baza calității datelor;

b) relației analitice Gutenberg-Richter, modificând valoarea pantei b (aproximarea liniară a distribuției statistice) ce respectiv modifică valoarea M_{\max} ; în mare parte pentru a caracteriza activitatea seismică regională și globală, interpretând variațiile fără aportul incertitudinilor.

c) metodei probabilistice în estimarea hazardului seismic pe teritoriul RM, fără a specifica gradul de precizie al rezultatelor analizei statistice; acest fapt încurajează valorificarea scenariilor seismice unitare cu identificarea evenimentului seismic caracteristic (etalon).

-A fost definit evenimentul seismic etalon (30 mai 1990) din următoarele considerente:

a) parametrii de sursă ai evenimentului etalon includ seismul dat în grupa seismelor majore vrâncene cu impact direct asupra teritoriului RM. Mecanismul focal pentru seismele majore vrâncene este caracterizat prin tipul falierii inverse (cauzat de un câmp de tensiune regional stabil pe parcursul ultimilor 50 ani).

b) monitorizarea seismică națională oferă înregistrarea instrumentală a seismelor majore din sudul RM, numai pentru evenimentul din 30 mai 1990. Acest fapt permite a realiza o analiză comparativă a seismogramei sintetice și înregistrarea reală din același punct de observație.

3. Rezultatele de bază ale cercetării parametrilor de structură (modelul geologo-geofizic):

-A fost elaborat modelul structurii de propagare a undei seismice pe traseul sursa seismică - observator RM, care constă din 2 elemente structurale majore:

a) Structura de adâncime (sub 250 km) este similară modelelor globale, iar între 10km și 250 km structura modelului este ajustată în acord cu rezultatele tomografiei regionale;

b) Structura de suprafață se caracterizează prin:

- parametri geofizici determinați indirect și cu erori, însă modelul sursă-observator reprezintă aproximarea cea mai reușită pentru aplicarea MSM în sudul RM;

- geometria profilului ce reprezintă aproximarea structurii cu strate plan-paralele, a cărei grosime unghiulară în raport cu EDI nu depășesc variația azimutală de $\pm 2^\circ$;

- datele de foraj din profil cu o distribuție neuniformă; autorul propune prospectarea seismică a terenului spre identificarea marginii superioare a fundamentul crisalin.

- viteza undei S se calculează în baza relației $V_p/V_s = \sqrt{3}$, verificată de către autor.

4. Rezultatele de bază ale cercetării parametrilor dinamici la suprafața liberă :

- *Au fost obținute seismogramele sintetice* pentru a studia manifestarea unui seism similar celui din 30 Mai 1990 în regiunea de sud a RM (or.Cahul). Semnalul seismic a fost generat în intervalele de frecvențe (0.005-1Hz și 0.025-5Hz), pentru a delimita contribuția spectrală a parametrilor de sursă și a condiției geologice asupra valorilor maxime de mișcare a solului;

- *A fost stabilită contribuția sursei în manifestarea seismului la sol prin:*

- a) constanța formei distribuției valorilor maxime de mișcare la sol (acc., vit., și depl.) pentru 3 modele diferite ale structurii locale în diferite benzi de frecvențe 0.005-1Hz și 0.025-5Hz;
- b) parametrul SRE condiționează dur directivitatea emisiei energetice a sursei spre suprafața solului și după valorile maxime și după raportul acestora după componente;
- c) parametrul DIP condiționează distribuțiile energetice după componente radiale și verticale la manifestarea seismelor vrâncene în arealul orașului Cahul;
- d) parametrul RAK variază proporțional valorile maxime după componentele seismogramei;

- *A fost evaluată contribuția parametrilor structurii de sol la efectul seismic prin:*

- a) parametrii EDI și SDE - factorii cheie în legea de atenuare, care determină contribuția structurii regionale în semnalul seismic înregistrat la suprafața liberă;
- b) spectrul frecvenței exprimă aportul structurii bazinului sedimentar local prin amplificarea semnalului seismic la anumite valori caracteristice locului de observație. Pentru structura detaliată în lucrare se amplifică valorile deplasării și a vitezei oscilațiilor solului la $f=0.4\text{Hz}$ ale semnalului generat de sursă în benzile de frecvențe 0.005-1Hz și 0.025-5Hz.

- *A fost obținută o bună corelare între valorile vitezei maxime din seismograma sintetică și din cea reală, în domeniul frecvențelor 0.025-5Hz, și o concordanță bună după compoziția spectrală ale acestor seismograme, fapt ce denotă corectitudinea modelului geologo-geofizic propus, cât și a calculului deterministic efectuat.*

LISTA LUCRĂRILOR PUBLICATE LA TEMA TEZEI DE DOCTOR:

Articole în reviste din Registrul Național al revistelor de profil - Categoria „B”:

1. **Sandu I.**, (2009), Seismicitatea Regională (Vrancea) în contextul Seismicității Globale. Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie AȘM, Nr.1, Chișinău, 5-12
2. **Sandu I.**, (2009), The stress field of Vrancea region from fault plane solution (FPS) catalogue. Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie AȘM, Nr.2, Chișinău, 31-34
3. **Sandu I.**, Zaicenco A., (2010), Azimutul, distanța epicentrală și eroarea acestor parametri în contextul mecanismului focal, Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie AȘM, Nr.1, 89-93
4. **Sandu I.**, (2010), Magnitudinea mb a catalogului ISC, Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie AȘM, Nr.2, Chișinău, 93-96
5. **Sandu I.**, (2010), Modelul geofizic al regiunii orașului Cahul, profilul Cahul-Taraclia. Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie AȘM, Nr.2, Chișinău, 63-73
6. **Sandu I.**, La Mura C., Panza G.F., Alcaz V., (2012), Parametric test for the impact of May 30, 1990 Vrancea earthquake on Cahul area. Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie AȘM, Nr.1, Chișinău, 33-46
7. **Sandu I.**, (2012), Cronologia evoluției conceptuale asupra seismelor, Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie AȘM, Nr.1, 47-62
8. **Sandu I.**, Ionescu C., Alcaz V., și Marmureanu Al., (2013), Sistemul de alarmare seismică rapidă (SASR) pentru teritoriul Republicii Moldova: timp de alarmă și aspecte de procesare. Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie AȘM, Nr.1, Chișinău, 53-65
9. **Sandu I.**, Contribuții la cunoașterea fenomenului seismic din regiunea Carpatică: Partea I – consolidare conceptuală în cercetarea seismelor. Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie AȘM, Nr.2, Chișinău, 83-94
10. **Sandu I.**, La Mura C., (2013), Comparative analysis of Fourier spectra between synthetic seismograms and May 30, 1990 event records in Cahul city area. Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie AȘM, Nr.2, Chișinău, 95-101

Articole în reviste internaționale cotate ISI și SCOPUS:

11. Telesca L., Alcaz V., and **Sandu I.**, (2011), The stress field of Vrancea region from fault plane solution (FPS), *Natural Hazard and Earth System Science*, 11, 2817-2820

Articole în culegeri de lucrări ale conferințelor științifice Internaționale:

12. Alcaz V., Zaicenco A., Isicko E. and **Sandu I.**, Loss Estimation from Scenario Earthquakes in the Republic of Moldova. *Proceedings of the International Symposium on Seismic Risk Reduction. The JICA Technical Cooperational project in Romania*, Ed. "Orizonturi Univ.", Romania, 2007, p. 465-470
13. **Sandu I.**, La Mura C., Vrancea Earthquakes Impact on Republic of Moldova (South Area): A Deterministic Parametric Study, *Int Conference: „5th National Conference on Earthquake Engineering & 1st National Conference on Earthquake Engineering and Seismology”*, (Eds.: C. Ionescu and R. Vacareanu), Bucharest, 2014, p.173-180
14. **Sandu I.**, Zaicenco A, (2008), Focal mechanism for Vrancea area, In *Proceedings of NATO SfP project: "Harmonization of Seismic Hazard in Vrancea zone"*, NATO Science for Peace and Security Series – C: Env. Secur. (Eds.: Zaicenco, Craifaleanu, Paskaleva), Springer, 17-46

ADNOTARE

Ilie SANDU, “Influența parametrilor de sursă seismică (Vrancea) și condițiilor de sol asupra manifestării cutremurelor în Republica Moldova” : teza de doctor în geofizică și seismologie, Chișinău, 2015.

Structura tezei de doctor: introducere, trei capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografie din 217 surse științifice. Volumul total al lucrării este de 170 pagini de text, 24 tabele, 53 scheme și anexe grafice. Rezultatele obținute au fost publicate în 14 lucrări științifice.

Cuvinte cheie: Seisme, seismicitate, sursă seismică, magnitudine și mecanisme focale, soluție plan-falie, catalog al parametrilor seismici, model de viteze, metoda sumării modale, hazardul seismic deterministic și neo-deterministic, Vrancea, Republica Moldova (RM).

Domeniul studiului: Geofizică, seismologie

Scopul lucrării: aprofundarea cunoașterii fenomenului seismic vrâncean: seismicitate, mecanism focal, pentru a evalua impactul seismic cauzat de evenimente puternice regionale în teritoriul RM.

Obiectivele lucrării: consolidarea viziunii integrale asupra înțelegerii fenomenului seismic vrâncean, prin analiza și sinteza rezultatelor disponibile; studiul mecanismului focal al evenimentelor seismice carpatice; evaluarea dimensionalității energetice prin studiul relațiilor de transfer între diferite scări energetice; studiul structurii geofizice regionale și elaborarea modelului Vrancea - RM; evaluarea impactului seismic local (regiunea de sud a RM, or.Cahul), prin parametrii de mișcare la sol (acc., vit., și dep.) în abordarea deterministă.

Noutatea și originalitatea științifică: Au fost evidențiate cauzele dispersiei în relațiile de recurență pentru diferite scări de energie (magnitudine). A fost evaluat raportul energetic global-regional (vrâncean), cât și dinamica acestuia. Au fost sistematizați și ulterior caracterizați parametrii de sursă ai seismelor vrâncene. A fost evaluată contribuția mecanismului focal și a condițiilor de teren la manifestarea seismului la suprafață (studiul de caz, or.Cahul).

Problema științifică importantă soluționată constă în: studiul detaliat al parametrilor de sursă seismică și a condițiilor de sol în contextul estimării influenței lor asupra efectului seismic pe teritoriul RM (studiul de caz, regiunea orașului Cahul).

Semnificația teoretică: A fost prezentată evoluția conceptuală a înțelegerii fenomenului “cutremur de pământ”, care încadrează studiul regional în tabloul global al cercetării seismelor. Studiul comparativ al parametrilor de sursă a scos în evidență prezența fenomenului de dispersie în valorile magnitudinii m_b cauzat de neglijarea influenței emisiei direcționate a sursei seismice.

Valoarea aplicativă: catalogul parametrilor de sursă seismici și modelul structurii regionale elaborat facilitează studiul hazardului seismic regional prin metode statistic-probabilistice și tehnici deterministice; metoda neo-deterministă aplicată în lucrare pentru regiunea sudică a RM poate fi ulterior aplicată pentru evaluarea hazardului seismic pe întreg teritoriul țării în termeni dinamici ai mișcărilor solului; pentru spațiul de est Carpaților Orientali, a fost stabilită constanța în raport al timpilor de sosire pentru fazele undelor S și P.

Implementarea rezultatelor: Rezultatele au fost aplicate în lucrări de microzonare seismică pentru or. Cahul. Harta microzonării seismice a teritoriului or. Cahul, elaborată inclusiv cu participarea autorului tezei a fost implementată în sistemul Ministerului Dezvoltării Regionale și Construcțiilor RM. Prin Ordinul Ministrului Dezvoltării Regionale și Construcțiilor RM Nr.87 din 30 mai 2014, harta în cauză a fost pusă în aplicație începând cu 1 iulie 2014.

ANNOTATION

Ilie SANDU, “The influence of (Vrancea) seismic source parameters and soil conditions on seismic effect in Republic of Moldova” : PhD thesis in geophysics and seismology, Chişinău, 2015.

PhD thesis structure: introduction, three chapters, general conclusions and recommendations, bibliography of 217 scientific sources. The total volume of the work is 170 of text pages, 24 tables, 53 charts and graphical annexes. The results of the study were published in 14 scientific papers.

Keywords: Earthquakes, seismicity, seismic source, magnitude and focal mechanisms, fault plane solution, catalogue of seismic parameters, velocity model, modal summation method, deterministic and neo-deterministic seismic hazard, Vrancea, Republic of Moldova (RM).

Field of study: Geophysics, seismology

Aim of study: deepening knowledge about Vrancea seismic phenomenon by studying seismicity and focal mechanism, to assess the impact of strong regional seismic events on RM territory.

Objectives: strengthening of the integral vision on understanding Vrancea seismic phenomenon by analyzing and synthesis of available results; study of focal mechanisms for the Carpathic area seismic events; energy dimensionality assessment by studying the transfer relationships between different energy scales; the geophysical study of the regional structure and Vrancea-RM model development; the local (southern region of of RM, Cahul city) seismic impact assessment in the deterministic approach, using the ground motion parameters (acceleration, velocity, displacement).

Scientific novelty and originality: The dispersion reasons in relationship between different energy scales have been highlighted. The global to regional (Vrancea) released energy ratio and dynamics have been assessed. The source parameters of Vrancea area earthquakes were systematized and subsequently characterized. The focal mechanism and soil condition contribution on earthquake effects at the free surface (case study: Cahul city area) have been assessted.

Important scientific problem solved consist of: detailed study of seismic source parameters and soil conditions (site effect) in the frame of their contribution to the seismic effect on RM territory.

Theoretical value: The evolution of conceptual understanding of the „earthquake” phenomenon, by which were fitted the regional peculiarities of research into the global study of earthquakes, has been shown. The comparative analysis of the source parameters highlighted the dispersion in m_b values, caused by the neglect of directivity on seismic source energy release.

Practical value: The seismic source parameters catalogue and regional structure model developed facilitates the regional seismic hazard studies by statistic (probabilistic) and deterministic methods; the neo-deterministic method applyied for southern area of RM can be further extended to assess the seismic hazard for the whole country in terms of dynamic ground parameters; for the Eastern area to East Carpathian bend, the constancy on S and P wave arrival time ratio has been established.

Implementation of the results: The results have been applied for Cahul city seismic zoning works. The microzoning map of Cahul city, developed with the author of the thesis, has been implemented in the RM Ministry of Construction and Regional Development system. The map in question was entered into force from July 01, 2014, according the order Nr.87 from May 30, 2014 of Minister of Construction and Regional Development.

АННОТАЦИЯ

Илия САНДУ, "Влияние параметров сейсмического источника (Вранча) и грунтовых условий на сейсмический эффект в Республике Молдова": кандидатская диссертация в области геофизики и сейсмологии, Кишинёв, 2015.

Структура работы: введение, три главы, общие выводы и рекомендации, библиография из 217 научных источников. Общий объем работы составляет 170 страниц текста, 24 таблицы, 53 диаграммы и графические приложения. Полученные результаты были опубликованы в 14 научных работах.

Ключевые слова: Землетрясения, сейсмичность, сейсмический очаг, магнитуда и механизм очага, каталог сейсмических параметров, скоростная модель, метод суммирования мод, сейсмическая опасность, детерминистический подход, Вранча, Молдова.

Область исследования: геофизика, сейсмология.

Цель работы: углубить знания о сейсмическом явлении Вранча: сейсмичность, механизм очага, чтобы оценить воздействие на территорию Республики Молдовы сильных региональных землетрясений.

Цели работы: создание целостного видения на понимание сейсмического явления Вранча на основе анализа и синтеза доступных результатов; исследование механизмов очагов для сейсмических событий Карпат; оценка размерности энергии путем изучения взаимосвязей между различными энергетическими шкалами; геофизические исследования региональной структуры и разработка модели Вранча - Республика Молдова; оценка сейсмического воздействия (в южном регионе Молдовы, Кагул) по параметрам колебаний грунта (ускорение, скорость, и смещение) в детерминированном подходе.

Научная новизна: Выявлены причины дисперсии в соотношениях магнитуд. Оценено глобально-региональное (Вранча) энергетическое соотношение, а также его динамика. Систематизированы и охарактеризованы параметры вранчских источников землетрясений. Оценён вклад механизма очага и грунтовых условий на проявление землетрясения.

Решение важной научной проблемы состоит в: изучении параметров сейсмических источников и грунтовых условий для оценки их влияния на сейсмический эффект в Республике Молдова (на примере района города Кагул).

Теоретическая ценность: Представлена концепция эволюции в понимании землетрясения, которая включает региональное исследование в глобальной картине исследования землетрясения. Сравнительный анализ параметров очага выявил наличие дисперсии для значений m_b , влияния направленности излучения источника и его последствий.

Практическая ценность: каталог параметров сейсмического источника и разработанная региональная структура облегчает исследование сейсмической опасности при использовании статистических и детерминистических подходов; детерминированный метод, применяемый в работе для юга РМ, может быть применен к оценке сейсмической опасности для всей территории РМ; для зоны расположенной к востоку от Карпат было определена постоянство соотношении скоростей волн S и P на основе их времени пробега.

Внедрение полученных результатов: в работах сейсмического микрорайонирования для города Кагула. Карта сейсмического микрорайонирования города Кагула, разработана с участием автора, утверждена Министерством строительства и регионального развития РМ.

SANDU, ILIE

**INFLUENȚA PARAMETRILOR DE SURSĂ SEISMICĂ VRANCEA
ȘI CONDIȚIILOR DE SOL ASUPRA EFECTULUI SEISMIC
ÎN REPUBLICA MOLDOVA**

134.10: GEOFIZICĂ ȘI SEISMOLOGIE

**Autoreferatul tezei de doctor
în științe fizice**

Aprobat spre tipar: 12.03.2015
Hârtie ofset. Tipar ofset.
Coli de tipar 2.50

Formatul hârtiei 60x84 1/16
Tiraj 50 ex.
Comanda nr. 36/15

Centrul editorial-poligrafic al USM
Str. A. Mateevici, 60, Chișinău, MD 2009