

ISSN 1857-0046

BULETINUL

**INSTITUTULUI DE GEOLOGIE
ȘI SEISMOLOGIE**

JOURNAL

**OF THE INSTITUTE OF GEOLOGY AND
SEISMOLOGY**

**APARE DE DOUĂ ORI PE AN
TWO ISSUES YEARLY**

2021

No. 1

Colegiul de redacție "Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie ":

1. V. Gh. Alcaz, *doctor habilitat în științe fizico-matematice, redactor – șef.*
2. I. N. Nicoara, *doctor în geologie și mineralogie, redactor executiv.*
3. N. A. Arnaut, *doctor în geografie.*
4. O. P. Bogdevici, *doctor în geologie și mineralogie.*
5. V. N. Ghinsari, *doctor în fizică și matematică.*
6. A. V. Kendzera, *doctor în fizică și matematică.*
7. V. Codrea, *profesor, doctor în geologie.*
8. Gh. Mărmureanu, *profesor, doctor în geofizică.*
9. O. N. Melniciuc, *doctor habilitat în geografie*
10. Gh. N. Sîrodoev, *doctor în geologie și mineralogie*
11. E. S. Isicico, *colaborator științific.*

“Journal of the Institute of Geology and Seismology” editorial board:

1. V. Gh. Alcaz, *doctor habilitatus in Physics and Mathematics, editor in chief.*
2. I. N. Nicoara, *doctor în Geology and Mineralogy, executive editor.*
3. N. A. Arnaut, *doctor in Geography.*
4. O. P. Bogdevici, *doctor in Geology and Mineralogy.*
5. V. N. Ghinsari, *doctor in Physics and Mathematics.*
6. A. V. Kendzera, *doctor in Physics and Mathematics.*
7. V. Codrea, *professor, doctor in Geology.*
8. Gh. Mărmureanu, *professor, doctor in Geophysics.*
9. O. N. Melniciuc, *doctor habilitatus in Geography.*
10. Gh. N. Sîrodoev, *doctor in Geology and Mineralogy.*
11. E. S. Isicico, *researcher.*

Toate articolele științifice sunt recenzate.

Toate drepturile sunt rezervate redacției și autorilor.

Redactor tehnic: O. P. Cadociniov.

All articles in the journal are subject to review.

Copyright exclusive to redaction and authors.

Technical editor: O.P. Cadociniov

Adresa redacției: str. Gh. Asachi, 60/3, MD-2028 Chisinau, Republica Moldova

Editorial address: 60/3, Gh. Asachi Str., MD-2028 Chisinau, Republic of Moldova

Buletinul este dedicat cercetărilor fundamentale și aplicative în domeniul științelor terestre.

The journal is focused on Earth Science researches fundamental and applicative.

Web: <https://geology.md/>

Preț de abonament - 60 lei
Subscription fee – 60 MDL

Editură - "Centrul editorial-poligrafic al USM, Chișinău, 2021

Publisher - "Editorial and polygraphic center of MSU, Chisinau, 2021

© Institutul de Geologie și Seismologie, 2021

© Institute of Geology and Seismology, 2021

SUMAR

<i>Anastasiu N.</i> De la Arhaic la Precambrian - Cariera de la Cosăuți: o secțiune geologică revizuită	5
<i>Ciobotaru V.</i> Generalizări privind geologia soclului cristalin din regiunea centrală a bazinului râului Nistru	18
<i>Козий Е.С., Лисаченко Н.В.</i> Особенности распределения никеля и кобальта в угольном пласте с ₈ ^в шахты «Днепровская» (Западный Донбасс).....	27
<i>Botnaru V., Mîrlean N., Quintana, G.C.R.</i> Evaluarea eco-geochimică informativă a poluării stratului de sol din orașul Chișinău în perioada de vârf a activității industriale.....	33
<i>Болотин О.А., Сюткин С.В., Самохвалов Н.И.</i> Адсорбционно-текстурные характеристики глауконитов Молдовы	41
<i>Болотин О.А., Болога М.К., Гончарук В.П., Петухов О.М., Русу М.И.</i> Механоактивация природного кварцевого песка в магнитоожигженном слое.....	45
<i>Степаненко Н.Я., Карданец В.Ю.</i> Карпатские землетрясения за период с 1912 по 1934 годы.....	55
<i>Corobov R., Syrodoev G.</i> Rainfall erosivity and climate change: some estimations for the Baltata River basin	78
<i>IN MEMORIAM Vasile Ion NEAGA</i>	86

CONTENTS

<i>Anastasiu N.</i> Geological review of a quarry section at Cosăuți from Archean Eon	5
<i>Ciobotaru V.</i> Generalized crystalline geology data regarding the central area of the Nistru basin	18
<i>Kozii E.S., Lisachenko N.V.</i> The features of the distribution of nickel and cobalt in the coal seam c ₈ ^B in the «Dneprovskaya» mine of Western Donbass	27
<i>Botnaru V., Mîrlean N., Quintana, G.C.R.</i> Informative eco-geochemical assessment of soil layer pollution in Chisinau during the peak period of industrial activity	33
<i>Bolotin O.A., Siutkin S.V., Samohvalov N.I.</i> The structural and texture characteristics of glauconite sands of Moldova	41
<i>Bolotin O.A., Bologa M.K., Goncharuc V.P., Petuhov O.M., Rusu M.I.</i> Mechanical activation of the quartz sand in magnetofluidized layer.....	45
<i>Stepanenco N.Ia., Cardaneț V.Iu.</i> Macro seismic data for Carpathian earthquakes from 1912 till 1934	55
<i>Corobov R., Syrodoev G.</i> Rainfall erosivity and climate change: some estimations for the Baltata River basin.....	78
<i>IN MEMORIAM Vasile Ion NEAGA</i>	86

De la Arhaic la Precambrian - Cariera de la Cosăuți: o secțiune geologică revizuită

Rezumat

Reexaminarea unei secțiuni din cariera de la Cosăuți, malul drept al văii Nistrului, prin analize petrografice și sedimentologice, ne-a permis observații noi privind compoziția mineralogică (analiza modală) a complexului magmatic, microstructurile și texturile rocilor asociate, dar și un examen microscopic al secvenței sedimentare (gresia de Cosăuți - Ordovician inferior).

Complexul poligenetic (G), magmato-metamorfic (Arhaic-Proterozoic mediu), cu granitoide, gnaise, migmatite, xenolite este urmat de o secvență de tranziție (A) ce pare a fi o scoarță de alterare neevoluată. Au fost identificați mai mulți markeri genetici (cuarț, triclinicitatea feldspatului potasic, myrmekitele și perthitele, restitele, apatitul și zirconul).

Cele trei entități sedimentare (B-C-D) considerate de vârstă Cryogenian inferior-mediu (Rifean, Geru, 1987) constituie începutul secvenței depozitionale în Bazinul Nistrului (cu microconglomerate și gresii grosiere ce aparțin Membrului Olcedaev). Secvența reflectă o trecere de la un regim LST la un regim transgresiv TST, în care am reconstituit sedimentarea în ape de mică adâncime din spații deltaice sau litorale, cu faciesuri de canal, levee și faciesuri de câmpii litorale sau aluviale.

Cuvinte cheie: Precambrian, Cosăuți, homoclin Moldav, granitoide, gresii.

Geological review of a quarry section at Cosăuți from Archean Eon

Abstract

The review of a quarry section at Cosăuți, the right bank of the Dniester Valley, through petrographical and sedimentological analyses, has allowed us new observations on the mineralogical composition (modal analysis) of the magmatic complex, microstructures and the textures of the associated rocks, but also a microscopic examination of the sedimentation sequence (Cosăuți-Lower Ordovician).

The polygenetic complex (G), magmato-metamorphic (Archaic-Proterozoic medium), with granitoids, gneiss, migmatite, xenolith is followed by a transition sequence (A) that appears to be an unevolved crust of alteration. Several genetic markers (quartz, potassic feldspar, triclinicity, myrmekites and perthites, restites, apatite and zircon) were identified.

The three sedimentary units (B-C-D) considered the Lower Cryogenian age – medium (Rifean, Geru, 1987) constitutes the beginning of the depositional sequence in the basin of the Dniester (with microconglomerate and coarse sandstones belonging to the Olcedaev member). The sequence reflects a shift from a LST regime to a transgressive TST regime, in which we have reconstituted sedimentation in shallow waters from the deltaic or coastal systems, with channel facies, levee and facies of the coastal or alluvial plains.

Keywords: Precambrian, Cosăuți, Homoclin Moldav, granitoids, sandstones.

¹ Academia Română
Calea Victoriei 125, București, România
email: nicanastasiu@gmail.com

Геологический обзор участка карьера Косэуць со времен Архейской Эры

Резюме

В результате исследования геологического разреза в косэуцком гранитном карьере, расположенном на правом берегу долины реки Днестр, были получены новые данные по минералогическому составу магматического комплекса (модальный анализ), микроструктуре и микроструктуре ассоциированных пород. Также был выполнен микроскопический анализ пакета пород (Косэуцкие песчаники – нижний Ордовик).

Выявлено, что магмато-метаморфический полигенитический комплекс (G) (Архей – средний Протерозой), с гранитоидами, гнайсами, мигматитами, ксенолитами перекрывается пакетом переходных пород (A) который, по всей вероятности, является неразвитой корой выветривания. В ходе исследования были выделены несколько генетических маркеров (кварц, триклинный калиевый полевой шпат, мirmekиты и периты, реститы, апатит и циркон).

Три осадочных пакета пород (B-C-D) соответствующие, как считается, возрасту нижний – средний Криоген (Рифей, Жеру, 1987) представляют собой начало осадочного чехла в днестровском бассейне (с микроконгломератами и крупнозернистыми песчаниками, относящимися к Олчадаевским слоям). Последовательность осадконакопления отражает переход от регрессивного типа к трансгрессивному, в котором были восстановлены режимы осадконакопления в условиях неглубокого бассейна дельты или пребрежной линии с фациями канала и фациями прибрежной или аллювиальной равнины.

Ключевые слова: Докембрий, Косэуць, Молдавский гомоклин, гранитоиды, песчаники.

Introducere

În septembrie 2015, am vizitat Republica Moldova și am ajuns în zona carierelor de la Cosăuți și Egoreni, de pe malul Nistrului, de unde am recoltat probe de granitoide și gresii cuarțoase. Ulterior, în 2017, dr. Bogdan M. Popescu și dr. Mihai Micu profitând de invitația Universității de Stat din Tiraspol (Chișinău) și a Institutului de Geologie și Seismologie al ASM pentru a participa la o sesiune de comunicări științifice, urmată de o vizită în cariera de la Cosăuți (Fig.1), au reușit să eșantioneze intervalul stratigrafic reprezentat de partea superioară a fundamentului cristalin Mezeoproterozoic al Cratonului Est European și sedimentele Neoproterozoice ce alcătuiesc Homoclinul Moldav (Popescu et al., 2016; termen nou ce sugerează o referință structurală și nu doar una geografică). O parte din aceste probe au stat la baza studiului de față.

Localizare: Versantul drept al văii Nistrului, cariera ce exploatează rocile cristaline pentru utilizare industrială (Fig.2).

Lat: N - 48°14' 09,56" - Long: E – 28°18' 22,79"; Lat: 48°14'18.61"N; 8°18'20.04"E, 2,5 km Est de Cosăuți și 8 km Nord de Soroca.



Fig 1. Versantul sud vestic al carierei Cosăuți. Limita fundament/depozite sedimentare se află la nivelul + 46m ce reprezintă și nivelul apelor Nistrului.

Cadrul geosstructural

Evoluția fundamentului (e.g. Baltica) Arhaic-Mezoproterozoic al Cratonului Est European din Nord-Estul Republicii Moldova a fost bine reconstituită de Geru (1987) și Ciobotaru (2007). Ei au recunoscut, în carotele forajelor cercetate, un spectru larg de magmatite (granite, granodiorite, alaskite, gabbrouri, charnokite) și metamorfite (gnaise, gnaise piroxen-plagioclazice, metasomatite, migmatite). În Zona Tectonică Podoleană, ce include și falia crustală a Nistrului recunoscută până în Marea Neagră, întregul complex a fost afectat de fracturi de diverse generații care au favorizat înălțarea subaeriană a blocurilor crustale [6]. Blocurile proterozoice înregistrează procese de metasomatism, migmatizare și granitizare. Mișcările de la sfârșitul Proterozoicului au putut genera fenomene de cataclazare și texturi gnaiseice.

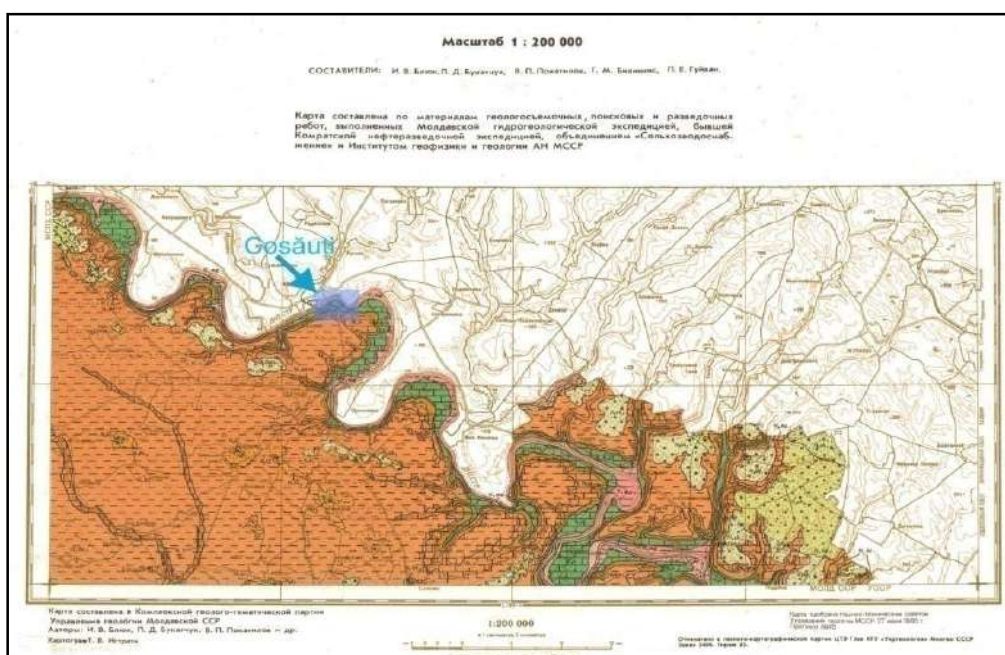


Fig. 2. Segment din harta geologică a Republicii Moldova, cu localizarea carierei de la Cosăuți (scara 1:200 000).

Homoclinul Moldav (e.g. *Moldova Slope*) [10] este un segment al vastului domeniu de sedimentare Ediacaran-Palaeozoic Inferior ce se întinde de la Marea Baltica până la Marea Neagră fiind delimitat la nord de Homoclinul Podolic (*Volyn-Podillya Slope*) de către falia Putyla-Herta și la sud este separată de Bazinul Moldovei de către zona de falie crustală Murgoci (*Popescu et al., 2016*). Sedimentarea din Neoproterozoic până în Devonian s-a desfășurat într-un bazin cu structură simplă fiind descrisă de *Văscăuțanu* (1931), *Velikanov et al* (1983), *Bucatchuc et al., 1988*), *Ciobotaru* (2001). O corelare a formațiunilor de la limita Proterozoic/Palaeozoic din Moldova și Ucraina este prezentată în Tabelul. 1 (modificat din *Popescu et al., 2016*) cu mențiunea că vârstele numerice raportate de diverși autori nu se suprapun peste rezultate din cercetarea paleontologică.

Tabelul 1

Poziția stratigrafică (Tonian–Ordovician) a formațiunilor sedimentare din NE-României, Republica Moldova și Ucraina (Moldova Slope/Podolia Slope&Rise).

Vârștă	Moldova Slope					Podolia Slope & Rise			
	NE România		Republica Moldova			Ucraina			
	Fm.	Membru	Grup	Fm.	Membru	Grup	Fm.	Membru	
Ordovician sup.	Moldova		Moldova		Sub....	Moldova		Sub...	
					Goraev/ Bar...			Goraevka	
Cambrian inf.	Iași		Sabellidites	Berezhky				Sarmets	
			Baltic	Baltic		Baltic		Zbruch	
Ediacaran	Iași		Vendotaenia	Kaniiovsk	gap ?		Kaniiovka	Komarovo	
								Pilipov	Polivanov
								Durnyakovka	
								Krushanovka	Krivchany
								Zharnovka	Star.Ushitsa
Cryogenian	gap ?		Moghilau-Podolsk	Moghilev	Moghilev-Podolsky	Moghilev	Kuleshovska		
							Danilovka	Shebutintsy	
							Danilovsc	Pilipov	
							Naslavcea	Otaci	
							Nagoreana	Naslavcea	
Tonian	Soroca		Volyn	Camenca	Volyn	Grushka	Kalyus		
							Hrustov	Dzurzhhevka	
							Diabaze	Zincov	
							Soroca	Bronnitsa	
								Leadov	
Archean to Paleo- and Mesoproterozoic ?									

Inițial Th. Văscăuțanu (1931), separă formațiunile în discuție din Bazinul Paleozoic Moldo-Podolic, următoarea succesiune pe care o atribuie Ordovicianului: Ordovician Inferior: gresia de Cosăuți (arcoză?) și șisturi verzi; Ordovician Mediu: gresia de Atachi (Otaci) – în facies litoral și șisturi de Naslavcea în facies bazinal, gresia de Molodova. În pragurile Nistrului de la Cosăuți el descrie următoarea secvență: R-granit de Rapakiwi, 1–gresie cuarțoasă? (Cosăuți), 15 m grosime; 2–șisturi argiloase; 3–depozite cretaceice (Fig. 3). Velikanov et al., (1983) arată că Grupul Moghilev-Podolsk ce debutează la vest de Nistru prin Membrul Olcedaev suportă gresia cuarțo-feldspatică, transgresivă, a Membrului Cosăuți ce eflorază în cariera Cosăuți. El este cunoscut ca Membrul Yampol, la est de Nistru. Membrul Cosăuți este acoperit în continuitate (?) de sedimentare de Membrul Leadov alcătuit din argile verzi și brune, cu tufite. Acești membrii sunt subdiviziuni ai Formațiunii Moghilev (Tab1).

Cercetările ulterioare au încadrat aceste formațiuni la Rifean (Neoproterozoic), mai precis în perioada Cryogeniană, iar mai recent, *Velikanov*, 2011 le consideră de vârstă Vendian Superior (= Cryogenian-Ediacaran?) [13. 14].

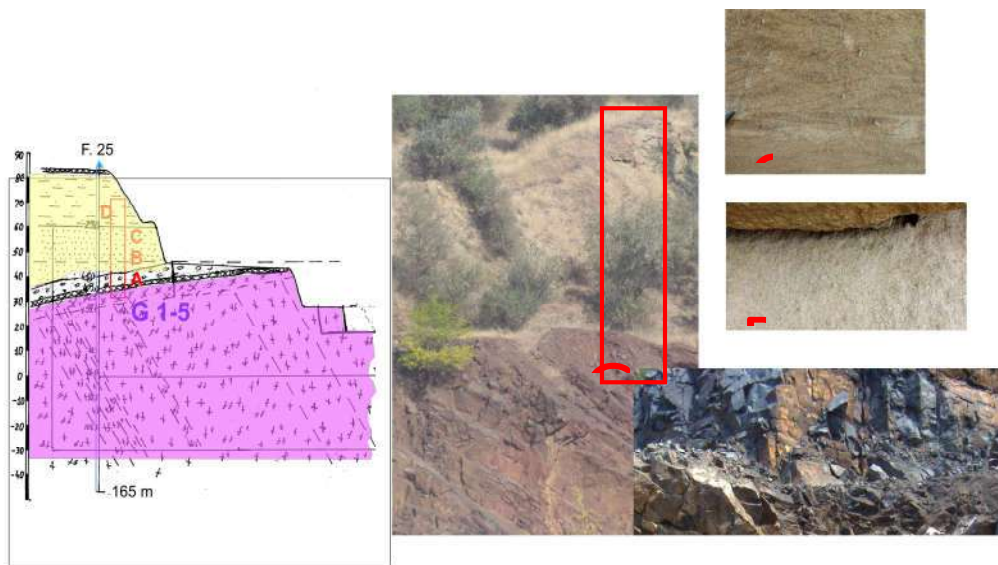


Fig.3. Secțiune transversală prin cariera de Ișa Cosăuți, sectorul.(F25):

G–fundament, complexul magmato–metamorfic; *A*–secțiunea de tranziție;
B, C și D–secvența sedimentară.

Metode-Analize

Studiul a început prin ridicarea și probarea coloanei litologice în cariera de granitoide de la Cosăuți. Am urmărit contactul între magmatite și secvența sedimentară, apoi am efectuat observații macroscopice și captare foto. Această prima abordare a arătat existența unor variații de grosime a formațiunilor sedimentare. De asemenea, am efectuat:

- studiul microscopic al magmatitelor și metamorfitelor prin analiză modală, cu masa de integrare, diagnostic mineralogic și definirea petrotipurilor;
- studiul microscopic al probelor recoltate din secvența sedimentară (examen textural – parametrii granulometrici (*C*, *Md*, *So*= \bar{O}), morfometrici (*Ro*, *Sf*) – microstructurali și compoziționali: raport claste/liant, natura clastelor Q-F-L) [3].

Rezultate

Profilul ridicat traversează: 1) complexul magmato-metamorfic (*G*), 2) secvența de tranziție (*A*) și 3) o secvență sedimentară (*C*). Aceste unități sunt bine diferențiate și în forajul 25 (Fig.3).

Complexul magmato-metamorfic. Trăsăturile petrografice ale probelor sunt următoarele:
G1: $Qz=38\%$, $Fk=30\%$, $Fp=32\%$; $Bi=3$; holocristalin, hipidiomorf, granular. Textură masivă. Sisteme de fisuri în feldspați, două generații. Transformări secundare: feldspații plagioclazi caolinitizați, biotitul parțial cloritizat. Granitoid.
G2: $Qz=34\%$, $Fk=29\%$, $Fp=37\%$; biotit; holocristalin, hipidiomorf, granular. Textură masivă. Plagioclazi (An_{18}), macle albit. Microclin maclat gătar. Biotit parțial cloritizat cu incluziuni de zircon metamictic (hallo radioactiv). Markerii genetici: concreșteri myrmekitice (Fig. 4); pertite filiforme; enclave enalogene de compoziție bazică (Fig.5). Granitoid (granodiorit).

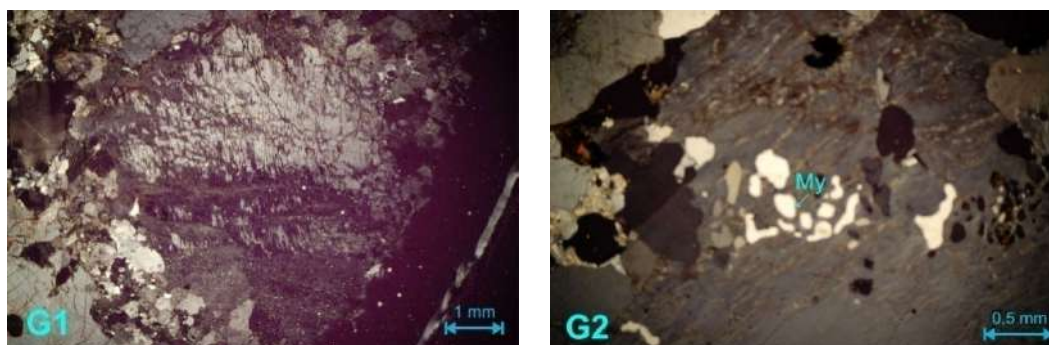


Fig. 4. *G1*– granitoid cu feldspați afectați de sisteme de fisuri (Ob.4-N+) și *G2*– concreșteri myrmekitice (plg+qz) (Ob.10-N+).

G3: $Qz=36\%$, $Fk=32\%$, $Fp=32\%$; $Bi=4...$; holocristalin, hipidiomorf, mediu granular. Textură masivă. Cuarț extincție ondulatorie, tendință de a avea contacte suturale. Plagioclazi ($An_{12/18}$), macle albit, parțial caolinitizați; două generații. Microclin maclat gătar. Biotit roșcat proaspăt cu incluziuni de zircon metamictic (hallo radioactiv). Markerii genetici: pertite filiforme. Granitoid (granit).

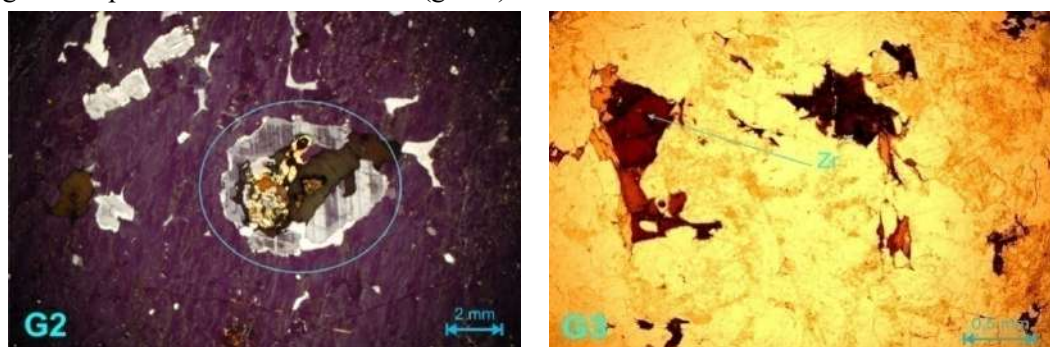


Fig. 5. *G2*– granodiorit cu enclave enalogene în plagioclaz maclat polisintetic (Ob.4, N+); *G3*– granit cu biotit care conține incluziuni de zircon cu aureole metamictice (Ob.4, NII).

G4: $Qz=33\%$, $Fk=36\%$, $Fp=31\%$; $Bi=6...$; holocristalin, hipidiomorf, inechigranular, aspect porfiroid. Textură masivă, parțial cu tendință gnaisică. Cuarț cu extincție ondulatorie, dar și netă, tendință de a avea contacte suturale. Plagioclazi ($An_{12/18}$), macle Albit, parțial caolinitizați; două generații. Microclin maclat gătar. Biotit verde proaspăt cu incluziuni de zircon; apare în aglomerări alături de granați corodați. Markerii genetici: pertite filiforme, punctiforme și în rețele rectangulare controlate de clivaje. Incluziuni litice în microclinul pertitizat. Contactele megablastelor însoțite de microcataclazări cu tendință de orientare. Granitoid (grano-gnais) (Fig. 6).

G5: $Qz=27\%$, $Fk=37\%$, $Fp=36\%$; $Bi=4$; holocristalin, hipidiomorf, inechigranular, aspect porfiroid. Textură masivă, parțial rubanată generată de alternanța unor aliniamente micro- și macrocristaline. Cuarțul apare în două generații controlate dimensional și optic. Plagioclazi (An_{22}), caolinitizați cu evident control cristalografic; două generații. Microclinul constant pertitizat. Biotit roșcat în aglomerări alături de minerale opace (Fe) cu un evident caracter secundar, interstițial. Markerii genetici: enclave clorito feldspatice ($Plg-An_{30}$) pertite filiforme. Granitoid (alaskit?).

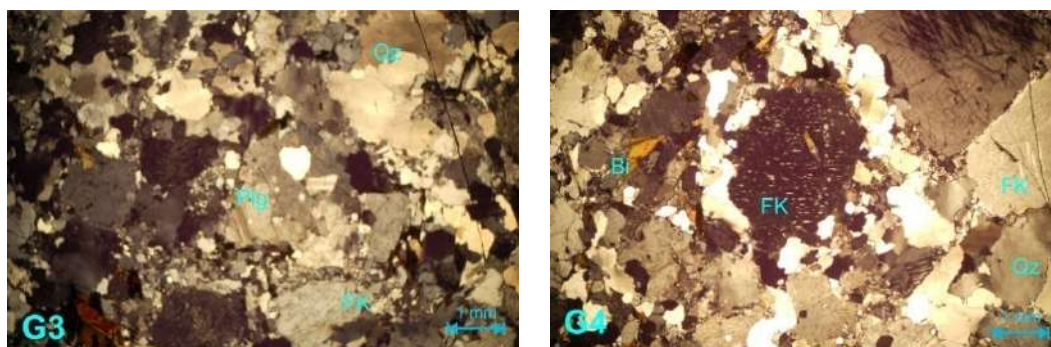


Fig. 6. *G3*—granit cu început de cataclază (cuarț cu extincție ondulatorie) (Ob.4, N+) și *G4*—grano-gnais cu feldspat potasic (*Fk*) cu pertite filiforme; biotitul (*Bi*) este proaspăt, dar ușor deformat mecanic (Ob.4, N+).

G8: $Fp=30\%$, $Bi-Px?=55\%$, $Gr/St=10\%$, $Qz=5\%$; holocristalin, hipidiomorf, granular. Textură gnaisică, nematoblastică. Plagioclazi—sunt maclați albit, foarte proaspeți, contacte liniare; rar incluziuni de apatit. Mineralele mafice domină asociația, termenii sunt proaspeți, de regulă, lipsiți de incluziuni.

G9: $Qz=70$, $Fdp= 20\%$. Cuarțul prezintă, în totalitate, extincții ondulatorii. Structura este inechigranulară, textura orientată. În cristale, incluziuni nedeterminabile, micronice, aliniate. Cataclazit (Fig.7).

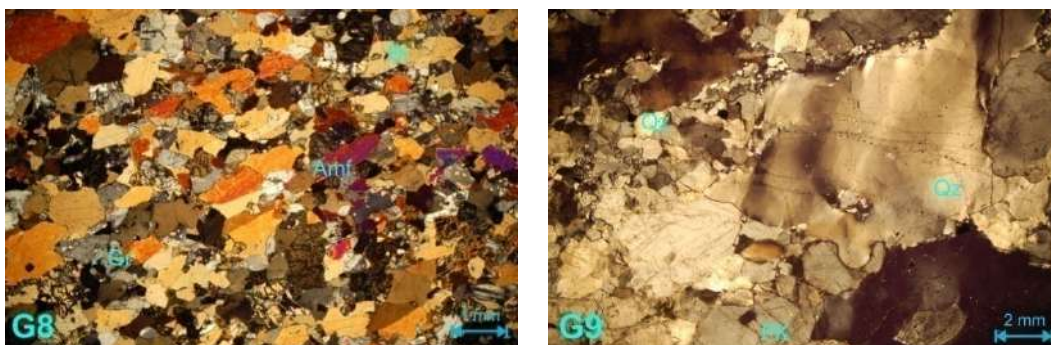


Fig.7. *G8*—Microeclogit cu textură nematoblastică (Ob.4, NII); *G9*—Cataclazit, inechicristalin, cuarț ondulatoriu (Ob.4, N+).

Secțiunea de tranziție (A)

Constituie un liton legat de substrat printr-o trecere treptată de la complexul cristalin nealterat cu un top net, ușor neregulat, de tip erozional, la un nivel alterat subaerian solzos de culoare maronie și cenușie. Grosimea lui este de ordinul zecilor de centimetri. Prezența sa, vizibilă, în raport cu substratul magmatic-metamorfic este continuă, dar la aproximativ un metru grosime observabilă este acoperită de drumurile din carieră. În forajul 25 crusta de alterare are 4.5m. Ea este absentă în forajul 224 și 33.

La nivelul secțiunilor subțiri, examenul optic a pus în evidență constituenți diverși (aglomerări biotitice, bazite cu apatit) de dimensiuni foarte diferite ($C>2$; $Md=0,5$) ceea ce indică o sortare extrem de slabă ($So=2$ sau $\bar{C}=2$). Clastele au un indice de rotunjime (angularitate) extrem de scăzut ($Ro=0,1$). Matricea liticelor este argilo-oxidică,

feruginoasă. Sisteme subparalele de fisuri, uneori cu aspect de stilolite, sunt însoțite de acumulări oxidice-feruginoase (Fig. 8).

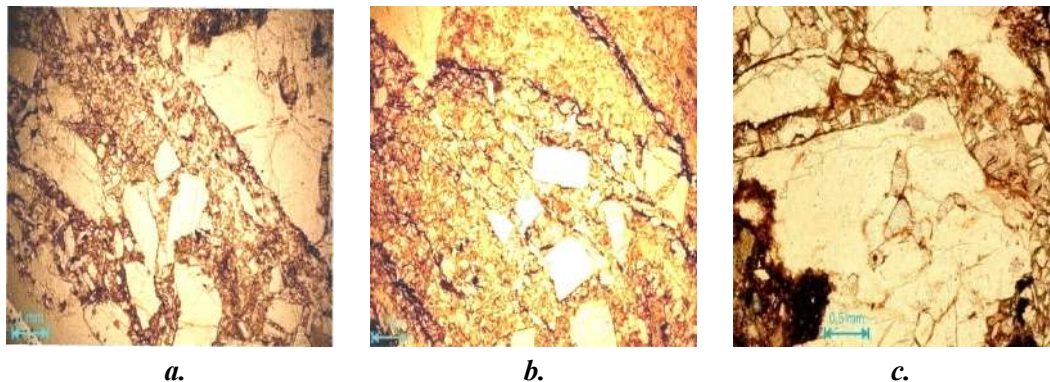


Fig.8. A-Agregate cu aspect microbreccios, foarte slab sortate (a) și cu grad ridicat de angularitate (a și b); masa fundamentală are compoziție identică cu a clastelor; în fragmentele feldspatice (c) incluziuni de apatit (Ob.4, NII).

Secvența sedimentară (B-C)

După absența unei deschideri, peste nivelul de tranziție, urmează un pachet de microconglomerate și gresii grosiere ce aparțin Membrului Olcedaev (B) care măsoară 3 m în forajul 25, dar lipsește în celelalte foraje.

Au fost identificate gresii subarcoziene (subfeldspatice) cu granulometrie medie spre fină, de culoare gălbuie, în bancuri metrice, cu stratificații de la paralele și slabe granoclasări, la microstratificații oblice concoide, uneori cu topul microondulat asimetric (*ripple marks*) ce aparțin Membrului Cosăuți (C). Grosimea observată este de aproximativ 17 m, dar în forajul 25 membrul Cosăuți are 20m.

Acest episod arenaceu este acoperit de pelitele Membrului Leadov, contact ce poate fi examinat mai bine în cariera de la Egoreni la câteva sute de metri în amonte de cea de la Cosăuți. Argilele verzi, cenușii și brune de Leadov eflorază pe o grosime de câțiva metri.

Trăsăturile punctelor probate sunt:

B3: Arenit mediu cu $C > 3$, $Md=0,8$ și $\sigma=0,40$. Morfofacies definit de $Ro=0,6-0,8$ și $Sf=0,5-0,6$. Raport $A/Ro=10-20/60-80$. Raport claste/liant= $80-85/20-15$, *Grain supported* cu contacte tangențiale, liniare și libere. Clastele au caracter polimictic: $Qz=50\%$, $F=40\%$ (din care $Fk=70\%$ și $Fp=30\%$), $L=10\%$. Liantul este un ciment de pori, pelicular, rar, bazal, de natură filitică și calcedonică (Fig. 9).

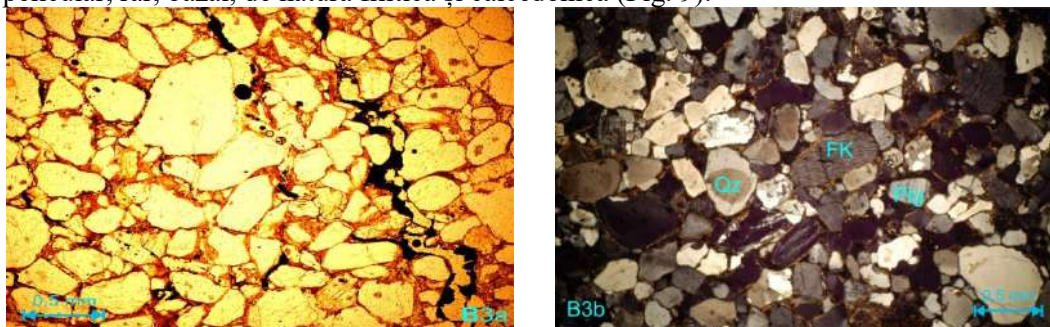


Fig.9. B3- Arcoză cu ciment de pori, oxidic-silicios (B3a) (Ob.4, NII); cuarț cu ciment de supracreștere, feldspați potasici pertitici (Fk) și plagioclazi maclați albit (B3b) (Ob.4, N+).

Cuarțul este mono- și policristalin, cu diferite grade de rulare, cu extincție netă și ondulatorie, cu incluziuni, uneori liniare, alteori dezordonate sau concentrate în centrul clastelor. Pe astfel de cristale se pot identifica coroane de supracreștere cu orientare optică comună cu nucleul central.

Feldspatul potasic (*Fk*) este un microclin, cu macle în grătar, frecvent pertitic (pertite filiforme, punctiforme) și foarte proaspăt.

Plagioclazul (*Fp*) este un albit-oligoclaz (An_{8-15}), frecvent proaspăt și lipsit de incluziuni; cristalele cu tendință de caolinitizare sunt rare. În secțiunile perpendiculare pe (010) se văd macelile polisintetice (tip Albit).

Transformări secundare; diageneză. Remobilizări secundare al oxizilor de fier pe direcții evidente.

B4: Arenit mediu cu $C > 1,5$, $Md=0,6$ și $\bar{O}=0,50$. Morfofacies definit de $Ro=0,3-0,4$ și $Sf=0,4-0,5$. Raport $A/Ro=85-90/10-15$. Raport claste/liant= 85-90/10-15, grain supported, cu contacte tangențiale, liniare și libere. Tendință de imbricație la scară mică. Clastele au caracter polimictic: $Qz=70\%$, $F=20\%$ (din care $Fk=55\%$ și $Fp=45$), $L=10\%$. Liantul este un ciment de pori, de natură filitică, oxidică și calcedonică (Fig. 10). Cuarțul este mono- și policristalin, cu diferite grade de rulare, cu extincție netă și ondulatorie, cu incluziuni rare.

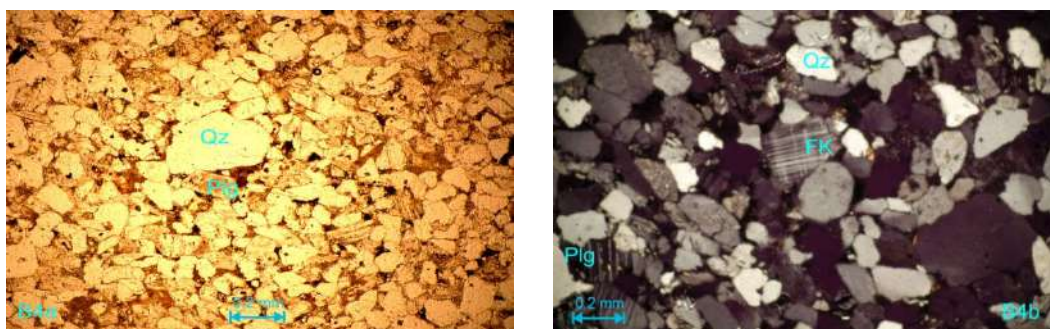


Fig. 10. *B4:* Gresie subarcoziană cu sortare slabă și angularitate ridicată a clastelor (*B4a*) (OB.4, NII); feldspați potasici (microclin) cu macle în grătar și plagioclaz maclat albit (*B4b*) (Ov.4, N+).

Feldspatul potasic (*Fk*) este un microclin, cu macle în grătar, pertitic (pertite filiforme, punctiforme) și neafectat de transformări secundare.

Plagioclazul (*Fp*) este un albit-oligoclaz (An_{5-15}), frecvent proaspăt și lipsit de incluziuni; cristale curate, cu macle polisintetice (tip Albit), decoșate mecanic.

Fragmente litice de microgranite, structuri myrmekitice, siltite, filite, cuarțite.

B5: Arenit mediu cu $C > 2$, $Md=0,5$ și $\bar{O}=0,35-0,40$. Morfofacies definit de $Ro=0,35-0,45$ și $Sf=0,35-0,45$. Raport $A/Ro=80-90/10-20$. Raport claste/liant= 90/10, grain supported cu contacte tangențiale, liniare și libere. Tendință de imbricație la scară mică.

Clastele au caracter polimictic: $Qz=65\%$, $F=25\%$ (din care $Fk=45\%$ și $Fp=55$), $L=10\%$. Liantul este un ciment de pori, de natură oxidică și calcedonică.

Cuarțul este mono- și policristalin, preponderent angular-subangular, cu extincție rar ondulatorie, cu incluziuni nedeterminabile (Fig. 11).

Feldspatul potasic (*Fk*) este un microclin, cu macle în grătar, pertitic (pertite filiforme, punctiforme) și neafectat de transformări secundare.

Plagioclazul (*Fp*) este un albit-oligoclaz (An_{5-15}), frecvent proaspăt și lipsit de incluziuni; cristalele sunt curate și au macle polisintetice (tip Albit) decoșate mecanic. Unele

crystale prezintă microconcreșteri cu cuarțul (tip myrmekitic). Fragmente litice de microgranite, siltite, cuarțite.

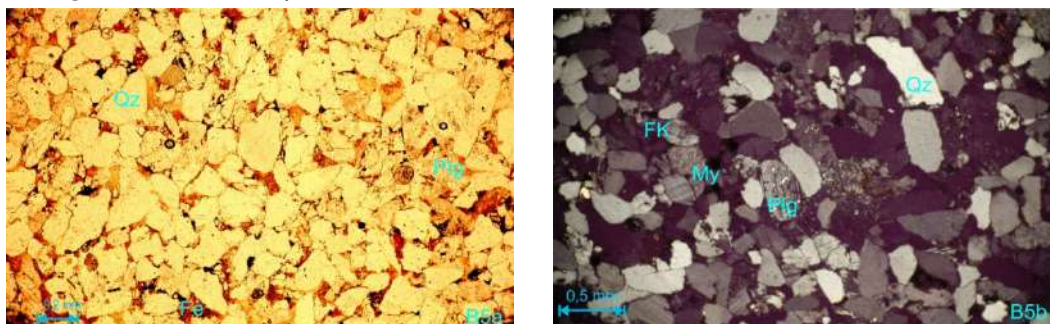


Fig. 11. B5: Gresie subarcoziană-arcoză, cu sortare ridicată și ciment de pori (B5a) (Ob.4, NII); alături de cuarț (Qz), plagioclaz (Plg) și microclin proaspăt (Fk) sunt prezente concreșteri myrmekitice (My) (B5b) (Ob.4, N+).

CI: Arenit mediu cu $C > 2,5$, $Md=1,8$ și $\bar{\sigma}=0,80-1,00$. Morfofacies definit de $Ro=0,85-0,65$ și $Sf=0,50-0,60$. Gradul de rulare crește cu dimensiunea clastelor. Raport $A/Ro=20/80$. Raport claste/liant= 90/10, Grain supported cu contacte tangențiale și liniare (Fig. 12).

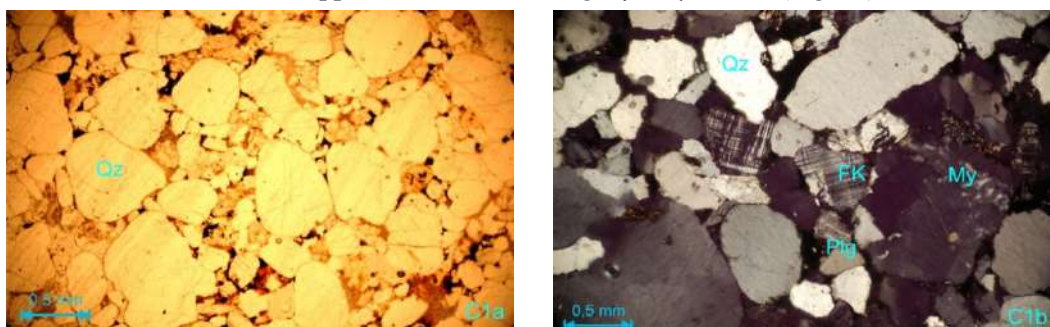


Fig.12. Gresie subarcoziană spre arcoză, cu sortare medie și claste de două generații morfomtrice (este evident gradul ridicat de rulare a clastelor grosiere (C1a) (Ob.4, NII); cuarț cu incluziuni liniare (Qz), microclin (Fk), plagioclaz (Plg) și myrmekite (C1b) (Ob.4, N+).

Clastele au caracter polimictic: $Qz=70\%$, $F=25\%$ (din care $Fk=45\%$ și $Fp=55\%$), $L=5\%$. Liantul este un ciment de pori, de natură oxidică și carbonatică.

Cuarțul este mono- și policristalin, preponderent rotunjit, cu extincție rar undulatorie, cu incluziuni aliniată în lungul unor sisteme de fisuri intracristaline.

Feldspatul potasic (Fk) este un microclin, cu macle în grătar, pertitic (pertime filiforme, punctiforme) și neafectat de transformări secundare.

Plagioclazul (Fp) este un albit-oligoclaz (An_{5-15}), frecvent proaspăt și lipsit de incluziuni; cristalele curate cu macle polisintetice (tip Albit); unele cristale prezintă microconcreșteri cu cuarțul (tip myrmekitic).

Fragmente litice de plagigranite, siltite, cuarțite.

Discuții: considerații genetice și depoziționale

Semnificația markerilor genetici pentru complexul magmato-metamorfic (G_{1-9}).

Parte componentă a EEC (*Platforma ucraineană* – Văscăuțanu, 1929, [12]; [11]) complexul magmato-metamorfic, având o vârstă de Arhaic – Proterozoic Mediu este rezultatul unor procese magmatice (cristalizare prin diferențiere și asimilare) finalizate prin intruziuni acide (granitoide) în metamorfite (în special gnaise, cu generare de structuri migmatitice). Drumul magmelor prin aceste structuri, ușurat de fracturi crustale, a antrenat fragmente (xenolite) enalogene de compoziție bazică. Complexul poligenetic a fost supus și unor repetate presiuni tectonice [6 și 7].

Markerii genetici enumerați în descrierile petrografice ne pot da următoarele indicații:

- cuarțul cu extincție ondulatorie este dovada clară a stressului suferit, uneori repetat; existența, cristalelor cu extincție ondulatorie alături de cristale cu extincție netă, este o dovada a momentelor diferite de participare la finalizarea compoziției mineralogice a petrotipurilor care le conțin. Putem vorbi, astfel, de două generații de cuarț: primar și secundar (născut printr-o blastază târzie);
- abundența microclinului, în detrimentul ortoclazului, în contextul în care aceste faze capătă stabilitate într-un regim termo-baric distinct (*microclinul* este faza cu grad de triclinicitate ridicat, de temperaturi în jur de 550 °C, iar *ortoza*, termenul de temperatură ridicată (peste 600-650 °C) și triclinicitate mai scăzută; prezența lor simultană definește clar natura poligenetică a paragenezelor respective și stabilește etape (stadii) diferite de formare; claritatea microclinului, lipsa oricărei transformări secundare, poate indica și un moment final de creștere, dezvoltare, a lui; natura sa metasomatică ar fi indicată și de incluziunile poliminerale pe care, uneori, le conține [1];
- natura feldspaților plagioclazi și transformările lor secundare: albitul (An_{5-10}) și oligoclazul ($An_{10-18-20}$) sunt omniprezenți, maclați Albit (010 – fața de asociere) proaspeți sau/și caolinitizați; acest aspect sugerează, din nou, existența a două generații. Albitul și oligoclazul proaspeți aparțin unui stadiu târziu. Concreșterile împreună cu cuarțul se recunosc în myrmekite;
- myrmekitele, în opinia a numeroși cercetători, sunt expresia unor procese metasomatice; formele globulare și vermiculare au fost recunoscute în granitoide și în faciesurile alaskitice; în probele în care au fost descrise sunt asociate și cu aliniamente cataclastice [4];
- pertitele intră în categoria simplectitelor și pot fi considerate un marker termogenetic (660 °C este temperatura la care ele se stabilizează);
- prezența enclavelor și, în special, a celor de natură bazică se regăsesc în granitoide au un caracter relict, sunt enalogene, și au fost captate în procesul de înaintare spre suprafață a intruziunilor primare; se pot numi *restite* și au fost parțial asimilate de topitura inițială;
- stările biotitului, a celui brun roșcat și a celui gălbui-verzui, ambele cu un pleocroism evident nu indică stări de stress evident (clivajele existente se mențin paralele); starea metamictică a cristalelor, generată de incluziunile de zircon radioactiv, marchează totuși, o prezență timpurie în cadrul paragenezelor în care sunt recunoscute;
- mineralele accesorii (apatit, zircon, granat), sub 1%, sunt prezențe primare, incluse în feldspați, biotit ori cuarț;
- cataclazitele interstițiale: la nivelul granitoidelor cu textură gnaisică, laminele cu microcristale de cuarț și feldspați corespund aliniamentelor de instabilitate mecanică, de cataclază și deformare optică [2].

Secvența de tranziție (A) se identifică cu un liton atipic legat direct de complexul magmato-metamorfic. Trecerea treptată de la o unitate la alta indică poziția sa autohtonă.

Trăsăturile sale granulometrice (sortarea, în special) și morfometrice (angularitatea sa absolută) întăresc, pe de o parte, caracterul autohton, iar matricea, preponderent oxidică, pe de altă parte, sugerează expunerea subaeriană a topului complexului. Astfel de trăsături pot corespunde unei *scoarțe de alterare neevoluată*. Unitatea petrografică a fragmentelor ce formează secvența este un argument în plus pentru autohtonitatea acesteia.

Gresia de Cosăuți (B); parametri sedimentologici; sursa clastelor

Cele trei entități sedimentare (B-C-D) considerate de vârstă Cryogenian inferior-mediu [8] constituie începutul secvenței depoziționale în Bazinul Nistrului-, de la un regim LST la un regim transgresiv TST.

Considerații paleogeografice:, Văscăuțanu (1931), în *Bazinul Paleozoic Moldo-Podolic (BPMP)*[11], din marginea *masivului Scutului Ucrainean*, apreciază regimul continental de debut și începutul transgresiunii din Proterozoicul mediu (microconglomerate în bază, gresii grosiere, fine, argile – FUS). Materialul clastic al acestor secvențe a provenit din paleorelieful docil instalat pe extremitatea vestică a scutului ucrainean. Natura mineralogică a clastelor din probele B-C susține această afirmație (Fig. 13, 14). Legătura cu o astfel de arie sursă este întărită de prezența în ruditele fine și în arenite a litoclastelor granitice, a feldspatului potasic pertitizat și a myrmekitelor.

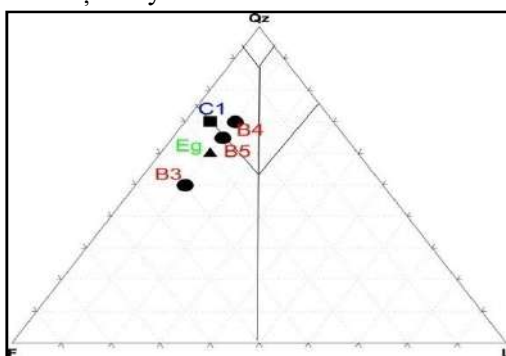


Fig.13. Proiecția analizelor modale în diagrama Q-F-L (Pettijohn et al., 1973).



Fig. 14. Localizarea secvenței studiate în bazinul Moldo-Podolic (după Văscăuțanu, 1931) și principala sursă a clastelor (Sc. Ucr.=Scutul Ucrainean).

Parametrii texturali (C , Md , Ro , $So = \bar{O}$) indică, parțial un transport scurt, dar și reciclări a unor sedimente mai vechi din Grupul Moghilev-Podolsc. Structurile din cadrul secvențelor cu tendință FUS au fost generate de mișcări hidrodinamice evidente

(prin transport unidirecțional, pe fund, particulă cu particulă) întrerupte de un regim static și prelucrări locale (cu formare de mecanoglife, tip undulații simetrice – *ripple marks*). Astfel de ambianțe hidrodinamice sunt, de regulă, specifice, apelor de mică adâncime din spații deltaice sau litorale (unde se pot întâlni faciesuri de canal, levee și faciesuri de câmpii litorale sau aluviale).

Mulțumiri. Mulțumirile mele se adresează domnilor dr. *Bogdan M. Popescu* și dr. *Mihai Micu* de la care am primit probele analizate și alături de care am petrecut multe ore în care am beneficiat de informațiile lor legate de stratigrafia și geotectonica arealului cercetat. Prin ei aduc mulțumiri și profesorului Igor Nicoară pentru sprijinul continuu în găsirea de material bibliografic greu accesibil din Republica Moldova și dlui dr. Usatiuc, geologul șef al carierei, care le-a oferit explicații asupra fundamentului cristalin și le-a pus la dispoziție un profil cu date de foraj.

Referințe bibliografice

1. Anastasiu N. Feldspații potasici din Masivul granitoid Ogradena. K-Feldspars from Ogradena Granitoid Massif. St. cerc.Geologie, Academia RSR, 1971, v.16, nr. 1, pp. 275-283.
2. Anastasiu N. Masivul granitoid Ogradena; studiu petrografic și geochemic. București: An. Inst. Geol., 1976, vol. XLIX, pl. XXXVII, 151 p.
3. Anastasiu N. Minerale și roci sedimentare (Minerals and sedimentary rocks). București: Editura Tehnică, 2005, Ed. a III-a, 350 p.
4. Constantinescu E., Șeclăman M. Metasomatic origin of the some micrographic intergrowths. Amer.Mineralogist, 1972, vol.57, pp. 932–942.
5. Ciobotaru V. Studiul petrofizic al rocilor cristaline din nord-estul Republicii Moldova. Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM, 2007, N 2, pp. 56-66.
6. Ciobotaru V. Descifrarea structurilor tectonice din nord-estul Republicii Moldova în baza datelor geofizice. Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM, 2007, N 1, pp. 35-42.
7. Ciobotaru V. Manifestări de metasomatism în formațiunile cristaline din zona Faliei Nistrului. Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM, 2014, N 1, pp. 105-111.
8. Geru, M., I. Evoluția Moldovei în Precambrian. Chișinău: Editura Știința, 1987, 208 p.
9. Pettijohn F.J., Potter P.E., Siever R. Sand and Sandstone. New York: Springer Verlag, 1972, 553 p.
10. Popescu, B., M., Micu, Mihai., Tari, G. The Moldova Slope and Basin development in the Ediacaran-Early Paleozoic: A Collage with Multiple Structural Overprints. Search and Discovery, 2016, Article 10887, 31 p.
11. Saulea, E. Geologie istorică. București: Editura Didactica și Pedagogica. 1967, 838 p.
12. Văscăuțanu Th. Formațiunile siluriene din malul românesc al Nistrului (Contribuții la cunoașterea Paleozoicului din Basinelul Moldo-Podolic). București: An. Inst. Geol., 1931, vol. XV, p. 425-584.
13. Velikanov. (2011) – Hypostratotipele Sistemului Vendianului din Ucraina. Geol. Journ., 2011 №1, p. 42-49.
14. Velicanov, V., A., Aseeva, E., A., Fedonkin, M., A. Vendianul din Ucraina. Kiev: Naukova dumka, 1983, 162 p.

Primit la redacție –03/04/2019

Generalizări privind geologia soclului cristalin din regiunea centrală a bazinului râului Nistru

Rezumat

Lucrarea prezintă o încercare de a generaliza datele privind geologia soclului cristalin din regiunea de nord-est a Republicii Moldova (care coincide cu zona centrală a bazinului r. Nistru), acolo unde rocile Scutului Cristalin Ucrainean încep a fi acoperite cu formațiunile sedimentare ale cuverturii de platformă și sunt accesibile unei cercetări directe. Studiul propus este unul de sinteză a datelor din arhivele instituțiilor geologice și a rezultatelor cartărilor geologice efectuate de un grup de cercetători, care au conlucrat împreună cu autorul acestui articol, începând cu etapele de proiectare, urmând cercetările pe teren și efectuarea analizelor de laborator și încheind cu rezumatul datelor obținute. Din acest punct de vedere, viziunea geologică a autorului este una comună cu a colegilor din echipă – Anatol Zaharov, Galina Fedorenko, Vladimir Sergheev și Valentin Râborak.

Cuvinte cheie: soclu cristalin, rocă metamorfică, ultrametamorfism, granitoid, migmatit, tectonit, metasomatit.

Generalized crystalline geology data regarding the central area of the Nistru basin

Abstract

The paper presents an attempt to generalize the crystalline geology data from the north-eastern region of the Republic of Moldova (which coincides with the central area of the Nistru basin), where the rocks of the Ukrainian Crystal Shield begin to be covered with the sedimentary rocks of the platform and are accessible to direct research. The proposed study is a synthesis of data from the archives of geological institutions and is based on the results of geological mappings carried out by a group of researchers who worked together with the author of this article, starting with the design stages and following on-the-field research, performing laboratory analyzes and completing with the summary of the data obtained. From this point of view, the geological vision of the author is common with the team members – Anatol Zaharov, Galina Fedorenko, Vladimir Sergheev, Valentin Ryborak.

Keywords: crystalline foundation, metamorphic rock, ultra metamorphism, granitoid, migmatites, tectonites, metasomatites.

Обобщенные данные по геологии кристаллического фундамента центральной области бассейна Днестра

Резюме

В статье представлена попытка обобщить данные касающиеся геологии кристаллического фундамента северо-восточной части Республики Молдова (который совпадает с центральной областью бассейна Днестра) там, где породы Украинского Кристаллического Щита начинают покрываться осадочными образованиями платформенного чехла и доступны для непосредственного исследования. Предлагаемое исследование представляет собой обобщение данных из архивов геологических учреждений и результатов геологического картирования, выполненных группой исследователей, которые вели работы совместно с автором этой статьи, начиная с этапов

проектирования, полевых исследований, лабораторных анализов и заканчивая изложением полученных данных. С этой точки зрения обобщения, изложенные в статье схожи с геологическими умозаключениями коллег по совместным исследованиям - Анатолия Захарова, Галины Федоренко, Владимира Сергеева, Валентина Рыборака.

Ключевые слова: кристаллический фундамент, метаморфическая порода, ультраметаморфизм, гранитоид, мигматит, тектонит, метасоматит.

Întroducere

În anii 1982-1992, în partea de nord-est a Republicii Moldova, în regiunea centrală a bazinului râului Nistru, s-a efectuat un ansamblu de lucrări geologice speciale, având drept scop cartarea complexelor de roci din soclul cristalin și determinarea perspectivelor zonei în ceea ce privește localizarea unor eventuale acumulări de zăcăminte metalifere, elemente radioactive și pământuri rare.

Un astfel de studiu geologic era justificat de grosimile relativ mici ale cuverturii sedimentare care în funcție de relief variau între 50 și 400 m, iar speranțele metalogenice erau legate de două structuri din zonă – Falia Nistrului în care s-au manifestat diverse procese de metasomatoză și Masivul Răut, presupus de geologii autohtoni ca o intruziune magmatică formată din granite aparent alcaline.

Acest program de cercetări geologice, pe un teritoriu cu o arie relativ limitată, a fost început și realizat de Expediția Geologică Centrală din Moldova cu sediul în or. Dubăsari subordonată pe timpuri Trustului Geologic “Moldavgheologia” (care acum figurează sub denumirea Agenția pentru Geologie și Resurse Minerale). Din cauza schimbărilor ce au urmat după destrămarea Uniunii Sovietice, cercetările efectuate pe segmentul moldav al bazinului r. Nistru, începând cu punctul de nord al republicii (s. Naslavcea) până în apropierea orașelor Rezina și Râbnîța, nu au fost duse la un bun sfârșit, iar în prezent nu avem siguranța că în viitorul apropiat în Republica Moldova se vor mai executa lucrări de acest gen.

În aceeași perioadă, Institutul de Geofizică și Geologie al Academiei de Științe din Republica Moldova (actualul Institut de Geologie și Seismologie subordonat MECC), generalizând unele date ale cartărilor soclului de platformă efectuate de Expediția Geologică Centrală din Moldova în perioada anilor 1982-1987, a elaborat o monografie privind evoluția teritoriului Republicii Moldova în precambrian, care, fiind bazată mai mult pe datele obținute din studiul minuțios al unui număr enorm de secțiuni microscopice ale diferitor varietăți de roci cristaline, are mai mult un caracter specific mineralogico-petrografic și nu întocmai corespunde titlului Evoluția precambrianului moldav [1].

Pe teritoriul Interfluviului Nistru-Prut, în nordul și nord-estul republicii, au fost forate un număr impunător de sonde, dintre care majoritatea au traversat rocile soclului. De regulă, forajele erau proiectate numai cu scop de cercetare a rocilor sedimentare și, din cauza aceasta, adâncimile de deschidere a rocilor arheane și paleoproterozoice din formațiunile cristaline variau aproximativ între 20-50 m. Având la dispoziție kilometri de carote, a fost posibilă doar examinarea compoziției rocilor metamorfice și ultrametamorfice aflate la suprafața soclului precambrian. Încercări de a elabora hărți geologice ale unor porțiuni din suprafața soclului cristalin în baza datelor forajelor și a prospecțiunilor geofizice (practic numai a ridicărilor magnetometrice), s-au dovedit a fi aproximative, arbitrare, chiar subiective, și mai mult prezentau o viziune personală a cercetătorilor asupra geologiei crustei terestre din zonă – A. Ciumacov (1962), V. Dimo (1971,1973), Lvina (1972), Morgun (1976), Ceban (1975-1980). Sub alt aspect, în perioada anilor 1982-1992, cercetările au fost preluate de A. Zaharov, V. Ciobotaru, G. Fedorenko, V. Sergheev.

Materiale și metode

La elaborarea acestui studiu de sinteză au servit materialele din arhivele instituțiilor specializate și rezultatele cartărilor geologice efectuate de un grup de cercetători, care au conlucrat împreună cu autorul acestui articol, începând cu etapele de proiectare, urmând cercetările și lucrările pe teren, realizarea analizelor de laborator și încheind cu rezumatul datelor obținute. Din acest punct de vedere, viziunea geologică este una comună cu a colegilor din echipă.

Diferențierea formațiunilor cristaline arhean-proterozoice din segmentul moldav al bazinului râului Nistru, expusă în lucrare, mai mult se bazează pe generalizările empirice ale datelor ce argumentează evoluția ireversibilă a crustei terestre, care a condus la constituirea unor tipuri și asociații paragenetice de roci, sistematizate în formații geologice specifice după compoziție și vârstă.

Probabil, sub aspectul geocronologico-stratigrafic cel mai adecvat principiu metodologic în studiul pericratonului sud-vestic al Platformei Est-europene constă în corelarea unor formații de roci cristaline ultrametamorfozate din teritorii locale cu analogii lor din cadrul unei unități geotectonice regionale. De regulă, diferențierile stratigrafice și delimitarea spațială a complexelor de roci cristaline sunt efectuate în baza datelor petrografice, geofizice, geochemice și a metodelor radiologice, care facilitează cartarea complexelor de roci cristaline ale precambrianului timpuriu.

Rezultate și discuții

Din punct de vedere geologico-structural în cadrul Scutului Cristalin Ucrainean (SCU) sunt desemnate mai multe zone regionale, una dintre ele fiind panta de sud-vest, situată între râurile Nistru și Bug. Rocile cristaline ale SCU din apropierea nemijlocită a râului Nistru prezintă diverse varietăți metamorfice și ultrametamorifice ale megablocului Nistru-Bug. Deoarece partea de nord-est a Republicii Moldova prezintă o continuare a scutului spre sud-vest, pentru efectuarea cartărilor geologice a fost utilizată Schema stratigrafică de corelare a formațiunilor precambriane a SCU, elaborată de instituțiile geologice ucrainene și aprobată de Comitetul Stratigrafic Regional al Ucrainei (Kiev, 1986) [2].

Geologii Expediției Geologice Centrale din Moldova, inclusiv autorul acestui articol, care au realizat cartarea soclului cristalin din nordul și nord-estul republicii în anii 1983-1992, nu fără teamei au refuzat la schemele stratigrafice ale precambrianului și legendele propuse de Echipa Geologico-tematică a trustului geologic din RSSM. O schemă stratigrafică sintetică a cristalinului moldav elaborată în baza dărilor de seamă a Echipei Geologico-tematice și corelarea unităților stratigrafice ale precambrianului din Republica Moldova, Ucraina și Belarusi este prezentată în Buletinul IGS, 2011 Nr.2 [3]. Fără a intra în detalii, aceste scheme stratigrafice și legende geologice, propuse pentru realizarea cartărilor formațiunilor din soclul cristalin, nu pot fi aplicate în practică. Vom aduce doar câteva argumente.

În primul rând, datele puse la baza diferențierilor stratigrafice au fost colectate într-o arie destul de limitată și îngustă, aflată în cadrul Faliei Nistrului – într-o zonă, unde pe parcursul unui timp geologic estimat în sute milioane ani au avut loc diferite procese geologice repetate, modificând rocile din această zonă prin mai multe acte suprapuse de metamorfism progresiv, diafloreză, anatexie și palingeneză. Astfel, varietățile petrologice au însușit o serie de trăsături aproape similare, care nu permit nici diferențierea lor stratigrafică univocă, nici corelările corecte cu unitățile stratigrafice din alte regiuni apropiate.

În al doilea, – principiul de diferențiere a complexelor de roci cristaline, de vârsta precambrianului timpuriu, aflate în componența soclului, a fost și rămâne subiect de discuție permanentă. Argumentele de care dispun geologii autohtoni sunt prea modeste pentru a intra într-o astfel de dezbateri de idei. Când este vorba de complexe metamorfice arheane și paleoproterozoice, răspândite în regiunea centrală a bazinului râului Nistru, dificultățile ajung la gradul superlativ. Majoritatea cercetătorilor care s-au ocupat cu diferențierea stratigrafică a varietăților de roci din soclul fundamentului au efectuat-o în baza faciesului metamorfic. În acest sens, e de menționat că unele formațiuni ale soclului cristalin, constituite din roci cu o compoziție litologico-petrografică practic identică, din punct de vedere stratigrafic pot fi abordate într-un mod arbitrar. De exemplu, în cadrul regiunii centrale a bazinului râului Nistru unele roci (complexe de roci) cristaline se deosebesc unele de altele doar în baza indicilor auxiliari – mineralizări accesorii, prezența aureolelor geochimice specifice, etc. Sau dimpotrivă, alte roci, frecvent întâlnite în regiunile de manifestare masivă a proceselor de metasomatoză, după cum s-a vorbit mai sus, au trăsături, caracteristice apropiate. În ceea ce privește încercările de a realiza diferențierile stratigrafice ale acestor formațiuni în baza vârstelor absolute ale rocilor prin metoda K-Ar, datele geocronologice poartă mai mult un caracter informativ.

Este binevenită o remarcă. În baza rezultatelor cercetărilor geologice recente și a datărilor radiologice mai precise, în prezent geologii ucraineni introduc modificări în schemele stratigrafice și geologico-structurale ale SCU, oarecum deosebite de cele utilizate în trecut. În acest articol toate denumirile și terminologiile geologice sunt aduse fără nici o schimbare, așa cum erau aplicate în anii, când au fost efectuate și încheiate cartările și prospecțiunile soclului cristalin în cadrul segmentului moldav al bazinului râului Nistru. Pentru a evita unele confuzii legate de sincronizarea incorectă a schemelor elaborate ulterior în diferite perioade de diferiți autori și pentru a facilita corelarea unităților stratigrafice cu denumirile vechi și recente, toate terminologiile geologice existente până la sfârșitul secolului trecut sunt aduse aici fără schimbări.

Din punct de vedere tectonic, aproximativ o treime din teritoriul Republicii Moldova include un segment din pericratonul de sud-vest a Platformei Est-europene, cunoscută sub denumirea de Placa Moldovenească [4] sau Platforma Moldovenească (în România). În același timp, formațiunile soclului cristalin prin metode directe pot fi studiate numai în Cariera Cosăuți (Soroca), situată în valea râului Nistru în partea de nord-est a Republicii Moldova, sau numai în cadrul segmentului moldav al bazinului râului Nistru situat între localitățile Naslavcea și Rezina pe un teren cu o arie limitată. În această regiune soclul fundamentului de platformă, este acoperit de o cuvertură de platformă relativ subțire (aproximativ 50-400 m grosime) formată din straturile orizontale și prezintă o parte componentă a pantei de sud-vest a SCU.

În limitele Republicii Moldova panta de sud-vest a SCU este formată preponderent dintr-o diversitate de granitoide în care sunt incorporate xenolite de diferite forme și dimensiuni constituite din roci metamorfice ale substratului preexistent. Din cauza distribuirii fragmentare în câmpul general al rocilor granitoide de origine ultrametamorfică, imposibilității de a urmări evoluția și transformarea rocilor preexistente în spațiu și timp, sau secvența lor în secțiunea geologică, apartenența acestora la anumite subdiviziuni stratigrafice poate fi condiționată.

Există premise de a considera panta de sud-vest a SCU regiune în care s-au format cele mai timpurii roci de vârstă arheană ale SCU [5]. În schema stratigrafică simplificată a

precambrianului din cadrul pantei de sud-vest a SCU ele sunt atribuite Grupului Nistru-Bug (Tabelul 1).

În cadrul pantei de sud-vest ale SCU varietățile metamorfice ale grupului au fost "dizolvate" de procesele anatectice și palingenetice ulterioare. Sub formă de șlire și corpuri cu configurații indefinite cele mai timpurii roci din regiune pot fi identificate în câmpul ultrametamorfitelor cu multe dificultăți fără a trasa cu claritate suprafețele de limită ale acestora cu rocile gazdă.

Specificul rocilor Grupului Nistru-Bug rezultă din metamorfismul realizat în faciesul granulitic. Cele mai răspândite varietăți de roci metamorfice din acest grup sunt șisturile cristaline piroxenice (piroxeni monoclinici și rombici în care hyperstenul prevalează), hornblend-piroxenice, magnetit-piroxenice, biotit-hypersten-plagioclazice și gnaisele (inclusiv plagiognaisele) biotitice, biotit-hyperstenice, biotit-hornblend-hyperstenice. În procesul cartărilor geologice s-a constatat o evidențiere relativă mai clară a zonelor din nivelele inferioare ale grupului formate din șisturi cristaline hornblend-piroxen-plagioclazice, hornblend-hypersten-plagioclazice și piroxen-plagioclazici cu incluziuni de gnaise plagioclazice și piroxen-plagioclazice. În nivelele medii, predomină varietățile cu granat și cordierit în cantități semnificative ce depășesc 10%. Nivelele superioare ale grupului sunt caracterizate de prezența în metamorfite a unui surplus de carbon, formând pe alocuri zone de răspândire ale gnaiselor grafitice.

Varietățile cristaline ale Grupului Nistru-Bug sunt urmate de granitoide izofaciale apărute în rezultatul proceselor ultrametamorfice, care s-au manifestat în arheanul tardiv și proterozoicul timpuriu. Rocile paleoproterozoicului spre nord, pe teritoriul Ucrainei, alcătuiesc Grupul Bugului, care este diferențiat în unitățile stratigrafice la nivel de membru Koșaro-Alexandrovsk, Hașcevaro-Zavalevsk și Sințevsk.

E de menționat, că Grupul Bugului poartă un caracter condițional și este evidențiat numai în baza compoziției litologice, deosebită de Grupul Nistru-Bug. Aici sunt răspândite cuarțite (pe alocuri, până la 50% din masa totală a rocilor), roci cu o cantitate relativ mai mare de alumosilicați, roci carbonatice și gnaise grafitice.

În soclul cristalin sunt frecvente rocile granitice ultrametamorfizate izofacial în mezoarhean și paleoproterozoic. Intervalele geocronologice și consecutivitatea de constituire a formațiilor ultrametamorfice reflectă evoluția proceselor geodinamice ale zonelor de granitoide, modificate ulterior în diferite faciese metamorfice progresive sau regresive. Analizând procesele magmatice și de ultrametamorfism, care au avut loc în precambrianul scuturilor cristaline eurasiatice, granitoidele proterozoice și arheane pot fi sistematizate în formații specifice: formația timpurie a enderbitelor (mezoarheanul) – enderbite și charnockite timpurii, formația medie migmatit-plagiogranitică cu o compoziție mixtă (mezoarheanul tardiv) – migmatite, plagiomigmatite, plagiogranite și gabbro-norite, formația tardivă alaskitică (paleoproterozoicul mediu) – leucogranite, alaskite, pegmatoide.

Rocile intruzive din cadrul teritoriului formează așa numitul Masivul Răut. Aria acestuia depășește 10000 km², însă prin foraje de cartare a fost posibil de cercetat doar endocontactul (denumire condiționată) din partea de nord și est a masivului. Conform unor ipoteze Masivul Răut prezintă un corp relativ izometric, probabil columnar, vertical cu o slabă înclinare spre sud-vest. Masivul este format din granitoide aparent porfirice în granulație mășcată, care în funcție de relațiile cantitative dintre feldspatul potasic și plagioclaz, prezintă varietăți de granite, granodiorite sau plagiogranite.

Tabelul 1

Scara stratigrafică a formațiunilor cristaline din regiunea centrală a bazinului r. Nistru

n·10 ⁶ ani	Unitate stratigrafică generală	Formații petrografice și complexe de roci	Unități stratigrafice locale (1986, Kiev)	
			Grup	Unități stratificate
1600	Paleoproterozoicul		-1600	
-			-	-1700
-			-	- Membrul
-			-	- Sințevsk
-			-	-1850
-			- Grupul	- Membrul
-			- Bugului	- Hașcevalo-
-			-	Zavalievsk
-			-	-
-			-	-
2000	Neoarheanul	- 2000	-	-2000
-		- Formația		- Membrul
-		- alaskitelor		- Koșaro-
-		-		Alexandrovska
-		- 2200	-2150	-2150
-		-2550		
-		-		
-		- Formația		
-		- plagiogranitelor		
-		-		
-		-2800		
-		-2850		
-		-		
-		- Formația		
-		- enderbitelor	-2950	-2950
3000	Mezoarheanul	-	-	-
-		-3150	-	- Membrul
-		-	-	- Zelenolevadovsk
-		-	-	-
-		-3300	-	-3300
-		-	- Grupul	- Membrul
-		-	- Nistru-	- Pavlovsk
-		- Complexul	- Bugului	-3450
-		- de roci	-	-
-		- metamorfice	-	- Membrul
3500	Paleoarheanul	-	-	- Tâvrovsk
-		-	-	-
-		-	-3700	-3700
-		-		
3750			-3750	

Ipoteza, conform căreia masivul prezintă o intruziune tipică și este format preponderent din granite ce tind după compoziție spre varietățile alcaline sau din granite aparent rapakiwi, nu a fost confirmată. Cele mai răspândite sunt granitele biotitice, iar în

zona endocontactului nordic sunt frecvent întâlnite varietățile cu granat asociat pe alocuri cu cordieritul. Compoziția chimică a rocilor Masivului Răut, fiind mai mult tipică pentru rocile medii, este relativ identică cu cea a monzonitelor și dioritelor cuarțoase. E de menționat, că până în prezent originea masivului nu este stabilită. Din multiplele ipoteze geologico-genetice, în prezent sunt viabile doar cele bazate pe originea magmatică, metamorfico-metasomatică sau metasomatică. Există premise ce permit a presupune formarea Masivului Răut în urma proceselor complexe plum-anatectic-metasomatice.

Rocile granitoide ale soclului cristalin sunt modificate de numeroase manifestări de metasomatoză. De regulă, zonele în care s-au produs procese de metasomatoză sunt localizate de-a lungul faliiilor orientate spre nord-est și nord-vest, sau, mai slab pronunțat, în limitele de contact dintre complexele de roci cu proprietăți petrofizice diferite. Astfel, majoritatea metasomatitelor din regiunea de nord-est a Republicii Moldova, care pot fi sistematizate în generațiile temperaturilor înalte și temperaturilor mici, se asociază mai mult cu dinamomorfitele. Din punct de vedere al compoziției mineralogice, se disting următoarele varietăți de metasomatite: granat-hyperstenice, cuarț-cordierit-granatice, cuarț-granat-biotitice, cuarț-magnetit-biotit-cloritice, biotit-cloritice, magnetit-cloritice, magnetit-clorit-biotitice, biotitice, apatit-magnetit-clorit-cuarțoase, hematit-cloritice, calcifirice. Probabil, cu unele tipuri de metasomatite sunt asociate acumulări în cantități semnificative ale mitereurilor de fier, care ar putea avea o importanță practică. Zonele de metasomatoză cu rocile gazdă nu au limite geologice clare, iar concentrațiile mineralelor de origine metasomatică într-un mod consecvent variază de la centru (concentrații maxime) spre periferie (concentrații mici).

În regiunea centrală a bazinului râului Nistru sunt prezente arii imense și zone izolate, situate de-a lungul faliiilor tectonice, constituite din varietăți de dinamomorfite. Aici, sub acțiunea unor compresiuni de lungă durată în complexe de roci de diferită vârstă și compoziție s-au format așa numitele tectonite (tectonoblastite sau blastotectonite). Pentru acest grup, geologii moldoveni propun o definiție, după părerea lor, mai precisă - "rocile stresului tectonic", care ar reflecta esența lor genetică: „streso-granit”, „streso-alaskit”, etc.[1]. Tectonitele în mare parte delimitează Masivul Răut și, prin urmare, tensiunile tectonice, nu este exclus, au fost provocate de procesele de granitizare și constituirea masivelor de granitoide.

Lipsa unor informații fiabile pentru diferențierea stratigrafică a formațiunilor arhean-proterozoicedin soclul cristalin, într-o anumită măsură este compensată de utilizarea în acest scop a metodelor geocronologiei absolute, care permite a estima vârstele rocilor (și mineralelor).

În același timp e de menționat, că având la dispoziție date radiologice (inclusiv și de mare precizie), interpretarea lor nu rareori poate fi contradictorie. Aceasta se explică prin faptul, că datele geocronologice reflectă sau momentul când s-a format roca supusă încercărilor radiologice, sau timpul, când au avut loc ultimele manifestări ale proceselor geologice, care au generat formarea unor altele asociații paragenetice de minerale în roca preexistentă. Poate fi vorba și de un proces intermediar, ce s-a desfășurat între aceste două fenomene.

Cele spuse se referă în primul rând la determinările vârstelor absolute prin metoda K-Ar. În procesul cartărilor geologice ale formațiunilor cristaline efectuate în regiunea centrală a bazinului râului Nistru, majoritatea determinărilor radiologice au fost realizate în baza biotitului din rocă, în cea mai mare parte, anume prin această metodă. Varietățile de roci ale precambrianului timpuriu, care predomină în compoziția soclului de platformă

din nordul și nord-estul Republicii Moldova, sub acțiunea proceselor metamorfice repetate și-au modificat compozițiile chimice, pierzând o cantitate oarecare de argon radiogen. Evident, se introduce o eroare greu de estimat, care reduce vârsta reală a rocilor. Altfel spus, rocile din care s-au colectat mostre pentru încercări radiologice, vor avea o vârstă mai "tânără". Eroarea determinărilor rezultă nu numai din pierderile de argon, dar și din apariția în compoziția chimică a rocilor și a unei oarecare cantități de potasiu tardiv – deseori în compoziția unor roci a fost remarcat și biotitul secundar.

La începutul cartării soclului cristalin pe un teritoriu situat între localitățile Camenca și Rezina, au fost realizate primele determinări ale vârstelor absolute a diferitor varietăți petrogenetice. Prin metoda K-Ar în baza biotitului din șisturile cristaline și gnaise ale Grupului Nistru-Bug și biotitului din enderbitele complexului arhean au fost determinate vârstele absolute ale acestor varietăți petrologice, care variază între 1630 mln ani (enderbite) și 1920 mln ani (plagiognaise). Probabil, aceste date se referă nu la momentul formării rocilor, dar la etapa finală a unui proces regional, care a modificat toate rocile fără excepție a precambrianului timpuriu. E de menționat, că și pentru Scutul Cristalin Baltic vârsta 1700 ± 50 mln ani, obținută în baza a 1500 de determinări prin metoda K-Ar, demarcă finisarea unui proces regional, sub influența căruia toate mineralele mai timpurii au fost lipsite de o oarecare cantitate de argon. În consecință vârsta, determinată prin această metodă diferă de cea reală, iar rocile s-au dovedit a fi aparent "mai tinere" [6].

De o calitate mai superioară apar datările în baza zirconului prin metoda U-Pb sau Pb-Pb. În același timp zirconul format în precambrianul timpuriu, este frecvent întâlnit și în rocile ultrametamorfozate de vârstă mult mai tânără, ceea ce cu mult complică interpretările geologice. De exemplu, prin metoda U-Pb a fost determinată vârsta absolută a zirconului din alaskitele paleoproterozoice de origine ultrametamorfică, aceasta fiind de 2580 mln ani. Conform analizelor petrografice efectuate în timpul cartărilor geologice acest zircon, probabil, aparținea rocilor constituite în paleoarhean și, nefiind modificat de procesele ultrametamorfice ulterioare, și-a păstrat cât structura rețelei cristaline, atât și elementele izomorfe în compoziția sa chimică.

Datele de care dispunem, privind vârsta absolută a rocilor, stabilesc următoarele etape în evoluția geologică a precambrianului timpuriu în regiunea centrală a bazinului râului Nistru:

2470-2520 mln ani – vârsta zirconului regenerat, care demarcă limita geocronologică a proceselor de anatexicare au condus la formarea varietăților de migmatite;

1900-2230 mln ani – vârsta monazitului și zirconului din granitoidele ultrametamorfice, care poate fi considerată indicatorul al proceselor ultrametamorfice în stadiul lor final de manifestare regională;

1700-1800 mln ani – probabila vârstă când s-a format Masivul Răut (rezultate radiologice obținute în baza biotitului din granitele pegmatoide prin metoda K-Ar);

1200-1600 mln ani – vârsta biotitului din zonele de metasomatoză.

Concluzii

Problemele abordate în prezenta lucrare sunt multiple și diverse, incluzând rezultatele cercetărilor complexe ale formațiunilor geologice de origine și vârstă diferită,

iar sinteza geologică expusă mai sus poate fi înțeleasă ca o generalizare a cercetărilor efectuate în cadrul bazinului r. Nistru, segmentul moldav.

Problema de bază a cercetărilor aplicate formațiunilor adânci, ascunse sub strate sedimentare devărstămezo-cainozoică, constă în determinarea condițiilor geologico-genetice de constituire a complexelor de roci metamorfice și ultrametamorfozate de vârstă arhean-proterozoică, frecvent întâlnite în regiunea menționată. În procesul lucrărilor geologice, odată cu perfecționarea bazei de date, din cauza rocilor granitoide practic omogene din punct de vedere al compoziției mineralogice, s-a dovedit că studiul petrografic necesită o completare petrochimică. Foarte frecvent sunt cazurile, când una și aceeași rocă cu o compoziție mineralogic de limită, determinată în baza studiului cristaloptic, poate fi sistematizată fie într-o grupă, fie în alta, învecinată.

Spre regret, în anii când au fost efectuate cartările soclului cristalin din partea de nord și nord est a Republicii Moldova, tehnica determinării vârstelor absolute și metodele radiologice de datare geocronologică se aflau în stadia incipientă de aplicare în practica cercetărilor geologice. Metoda K-Ar folosită în acest scop, din cauza preciziilor reduse a introdus multe semne de întrebare, care puteau fi rezolvate doar prin metode tradiționale, bazate pe studiul patrografic, prin analize comparative și intuiții în mare măsură dependente de practica și școala urmată de cercetători.

Vârsta 2580 mln ani este unica dată de referință pentru elaborarea unui concept geologic privind constituirea pantei de sud-vest a SCU din cadrul teritoriului Republicii Moldova.

Bibliografie

1. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв. Москва: Изд-во МГУ, 2003. 448 с.
2. Жеру М.И. Эволюция докембрия Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1987. 207 с.
3. Стратиграфические схемы докембрийских отложений Украинского щита для геологических карт масштаба 1:50000 (1:25000). Киев: Институт геологии, 1986. 124 с.
4. Покатилов В.И. Стратиграфия и корреляция образований кристаллического фундамента Днестровско-Прутского междуречья. Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM. 2011, nr. 2, p. 57-48.
5. Геология СССР. Том XLV. Молдавская ССР. Москва: Недра, 1969. 174 с.
6. Щербаков И.Б. и др. Гранитоидные формации Украинского Щита. Киев: Наукова думка, 1984. 192 с.
7. Пушкарев Ю.Д. Геохронологические реперы докембрия Кольского полуострова. Ленинград: Наука, 1978. 135 с.

Primit la redacție – 31/05/2019

Особенности распределения никеля и кобальта в угольном пласте c_8^B шахты «Днепровская» (Западный Донбасс)

Резюме

В статье приведены данные об особенностях распределения никеля и кобальта в угольном пласте c_8^B шахты «Днепровская» Западного Донбасса. Совместное нахождение этих элементов с образованием геохимической ассоциации обусловлено их общим накоплением в приконтактных участках угольного пласта (как в кровле, так и в подошве) с формированием своеобразных зон обогащения мощностью 15 - 20 см.

Ключевые слова: никель, кобальт, мощность пласта, уравнение регрессии, корреляционная связь.

The features of the distribution of nickel and cobalt in the coal seam c_8^B in the «Dneprovskaya» mine of Western Donbass

Abstract

The article contains data on the features of the distribution of nickel and cobalt in the coal seam c_8^B in the «Dneprovskaya» mine of Western Donbass. The joint presence of these elements with the formation of a geochemical association is due to their general accumulation in the near-contact areas of the coal seam (both in the top and in the bottom of coal seam) with the formation of peculiar enrichment zones with a thickness of 15 - 20 cm.

Keywords: nickel, cobalt, coal seam thickness, regression equation, correlation relationship.

Caracteristicile distribuției de nichel și cobalt în cusătura de cărbune c_8^B din mina Dneprovskaya din Western Donbass

Rezumat

Articolul conține date despre caracteristicile distribuției de nichel și cobalt în cusătura de cărbune c_8^B din mina Dneprovskaya din Western Donbass. Prezența comună a acestor elemente cu formarea unei asociații geochemice se datorează acumulării generale a acestora în zonele de contact apropiat ale cusăturii de cărbune (atât în acoperiș, cât și în talpă) cu formarea unor zone de îmbogățire unice cu o grosime de 15 - 20 cm.

Cuvinte cheie: nichel, cobalt, grosime rezervor, ecuație de regresie, relație de corelație.

Введение

Для объективной оценки воздействия угледобывающей промышленности и предприятий теплоэнергетики на экологическую ситуацию и планирования наиболее эффективных мероприятий, направленных на ее улучшение, необходимо располагать сведениями о характере распределения и уровне концентрации элементов примесей, в частности никеля и кобальта в углях и вмещающих породах извлекаемых в процессе добычи. Рассмотрение распределения элементов примесей в геологических объектах различного характера и масштаба необходимо для установления законов их миграции, концентрации и рассеяния.

¹ Национальный технический университет «Днепровская политехника», г. Днепр, Украина

Особенность выполненных исследований заключалась в невозможности непосредственного наблюдения этих процессов. В этом случае рассмотрение динамики процессов традиционно выполняется путем сравнения статистических данных и анализа картографических материалов по распределению химических элементов в рассматриваемых объектах. Затем полученные результаты осмысливаются с учетом физико-химических и геологических особенностей.

Материалы и методы

В качестве объекта исследования в данной работе рассматривается угольный пласт c_8^b в пределах поля шахты «Днепровская» Павлоградско-Петропавловского геолого-промышленного района Донбасса.

Полученная информация о распределении химических элементов в геологических объектах является первым этапом исследования, которое идет от обобщения фактического материала через его теоретическое осмысление к проверке выявленных закономерностей опытным путем.

Пробы отбирались в горных выработках (пластовые пробы, отобранные борзодовым способом) [1] и из дубликатов керна в период с 1981г. по 2013г. Объем контрольного опробования составил 5% общего объема проб. Все аналитические работы выполнялись в центральных сертифицированных лабораториях производственных геологоразведочных организаций. Содержание никеля и кобальта определялось эмиссионным спектральным количественным анализом [2]. На внутренний лабораторный контроль направлено 7% дубликатов проб. Внешнему лабораторному контролю подвергнуто 10% дубликатов проб. Качество результатов анализов (правильность и воспроизводимость) оценивалась как значимость средней систематической погрешности, которая проверяется с помощью критерия Стьюдента и значимость средней случайной погрешности, которая проверяется с помощью критерия Фишера. Поскольку указанные выше погрешности при уровне значимости 0,95 являются незначимыми, оценка качества анализов признана удовлетворительной.

На начальном этапе обработки первичной геохимической информации с помощью программ Excel 2016 и Statistica 7.0 рассчитывались значения основных описательных статистических показателей (выборочного среднего арифметического, его стандартной ошибки, медианы, эксцесса, моды, стандартного отклонения, дисперсии выборки, минимального и максимального значения содержания, коэффициента вариации, асимметрии выборки), выполнялось построение частотных гистограмм содержания и установления закона распределения элементов примесей.

С целью выявления состава геохимических ассоциаций, были рассчитаны коэффициенты корреляции (r) между содержанием элементов. В единую геохимическую ассоциацию объединялись элементы, в которых связь между содержанием описывается коэффициентом корреляции, который превышает 0,5 с уровнем значимости не менее 95%.

При построении всех карт использовалась программа Surfer 11. В ходе построения карт, графиков и расчета коэффициентов корреляции все значения концентраций никеля и кобальта нормировались по формуле:

$$X_{\text{норм}} = (X_i - X_{\text{min}}) / (X_{\text{max}} - X_{\text{min}}),$$

где:

X_i - результат единичного определения концентрации элемента;

X_{max} - результат максимального значения концентрации элемента;

X_{min} - результат минимального значения концентрации элемента.

Нормирование осуществлялось для приведения выборки к одному масштабу независимо от единиц измерения и размаха выборок.

Результаты исследования

Исследуемая территория расположена в пределах Павлоградско-Петропавловского геолого-промышленного района Западного Донбасса и административно относится к Павлоградскому району Днепропетровской области (Украина).

Ранее В.В. Ишковым совместно с Е.С. Козием рассмотрены особенности распределения некоторых элементов в угольных пластах отдельных шахт Павлоградско-Петропавловского геолого-промышленного района Донбасса [3-6].

По пласту c_8^B шахты «Днепровская» содержание никеля изменяется в пределах от 9,14 г/т до 23,81 г/т (рис. 1а). Среднее его значение по пласту составляет 15,99 г/т. Кумуляции никеля не зависят от глубины, концентрации общей серы и зольности угля. Наибольшее значение связано со скважиной №НЗ2712 (Ni - 23,81 г/т), которая находится в юго-восточной части шахтного поля. На юге участка расположена скважина №НЗ2348 (Ni - 23,55 г/т). К северу от нее находится скважина №НЗ2354 (Ni - 22,31 г/т). Также в западной части участка расположена скважина №НЗ2504 со значением содержания никеля 22,89 г/т. Установлена тесная обратная корреляционная связь между содержанием никеля и мощностью пласта ($r=-0,88$), тесная прямая корреляционная связь с концентрацией кобальта ($r=0,68$). Линейные уравнения регрессии:

$$Ni = 0,9642 - 0,934 \times m;$$

$$Ni = 0,1636 + 0,6457 \times Co.$$

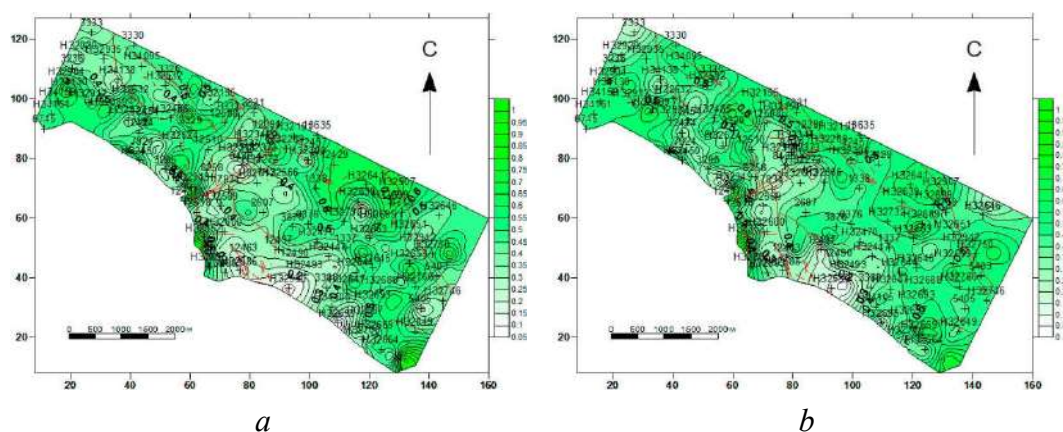


Рис. 1. Карта изоконцентрат нормированного содержания Ni (а) и Co (б) в угле пласта c_8^B (ш. Днепровская).

Содержание кобальта изменяется в пределах от 4,03 г/т до 11,82 г/т. Среднее его значение составляет 7,69 г/т. Кумуляции кобальта не зависят от глубины, содержания общей серы и зольности угля. Наибольшее значение содержания кобальта (Co - 11,82 г/т) находится в западной части участка (рис. 1б), у границы шахтного поля, и приурочена к скважине №НЗ2504. К юго-востоку от нее расположены скважины №НЗ2354 и №12417, с содержанием кобальта 11,5 г/т и 10,29 г/т соответственно,

которые приурочены к зоне пересечения разломов. В северо-западной части участка находятся скважины №НЗ2675 и №НЗ4131, которые вместе формируют зону повышенного содержания кобальта со значениями 14,92 и 14,91 г/т соответственно. На юго-востоке участка расположена скважина №НЗ2712 (Co - 11,59 г/т). Выявлена тесная обратная корреляционная связь между содержанием кобальта и мощностью пласта ($r=-0,78$), тесная прямая корреляционная связь с кумуляцией никеля ($r=0,68$). Линейные уравнения регрессии:

$$Co = 0,935 - 0,8734 \times m;$$

$$Co = 0,1366 + 0,7142 \times Ni.$$

Концентрация никеля и кобальта связана обратной тесной корреляционной связью с мощностью угольного пласта c_8^B что подтверждается результатами дисперсионного анализа. Участки с аномально высоким содержанием этих элементов пространственно совпадает с участками уменьшения мощности угольного пласта c_8^B (Рис. 2). С увеличением вклада зон обогащения этих элементов в общей мощности пласта содержание никеля и кобальта увеличивается. Приуроченность этой ассоциации именно к участкам на контакте угольного пласта и вмещающих пород свидетельствует, скорее всего, об интегральном влиянии адсорбционного и окислительно-восстановительного геохимических барьеров на обогащение этими элементами.

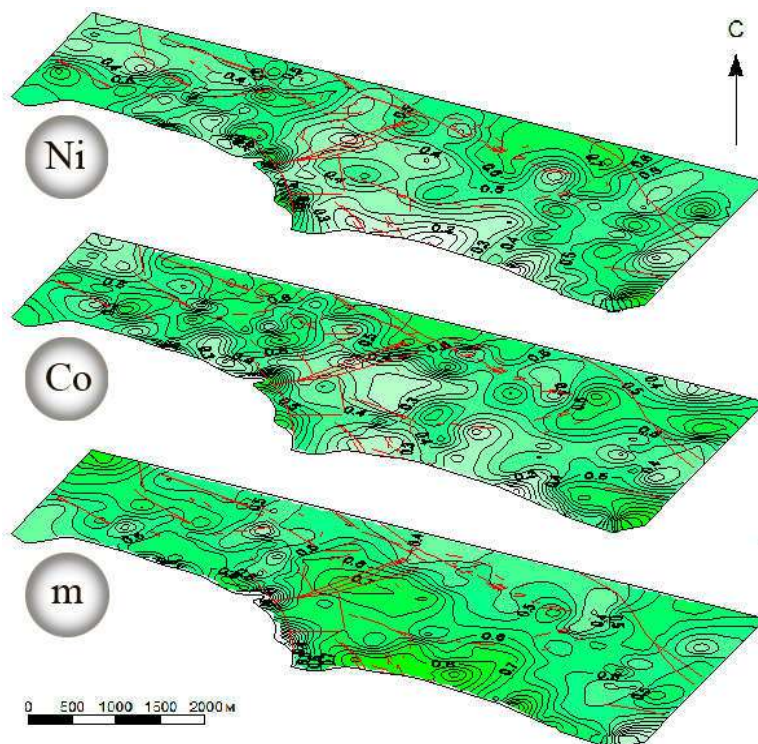


Рис. 2. Вертикальная проекция карт распределения нормированного содержания никеля, кобальта и карты изопахит угольного пласта c_8^B (ш. Днепроvская).

С целью установления степени влияния таких факторов как содержание серы общей в угле, зольности и мощности угольных пластов на распределение никеля и кобальта в работе использовался двухфакторный дисперсионный анализ [7].

Результаты дисперсионного анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1

Значения коэффициентов, характеризующих степень влияния каждого из факторов на распределение никеля и кобальта (ш. Днепровская)

Фактор	Значение коэффициента	
	<i>Ni</i>	<i>Co</i>
Мощность пласта	0,987	0,895
Зольность угля	0,009	0,025
Содержание серы общей	0,004	0,08

Выводы

Содержание никеля и кобальта в угольном пласте c_8^B шахты «Днепровская» не зависит от зольности угля, глубины залегания и содержания серы общей. Концентрация этих элементов связана обратной тесной корреляционной связью с мощностью угольного пласта, что подтверждается результатами дисперсионного анализа. С увеличением вклада зон обогащения этими элементами в общей мощности пласта содержание никеля и кобальта увеличивается. Приуроченность этой ассоциации именно к участкам на контакте угольного пласта и вмещающих пород свидетельствует, скорее всего, об интегральном влиянии адсорбционного и окислительно-восстановительного геохимических барьеров на обогащение этими элементами.

Основное научное значение полученных результатов заключается в установлении характера распределения и расчете средневзвешенных концентраций основных описательных статистик никеля и кобальта в угле пласта c_8^B , выявление состава и характера их типоморфных геохимических ассоциаций. Накопление этих элементов носит полигенных и полихронный характер.

Основное практическое значение полученных результатов заключается в расчете уравнений регрессии между содержанием никеля и кобальта и основными технологическими параметрами угля и установлении связи их концентраций с мощностью угля. Рассчитанные уравнения регрессии позволят прогнозировать его концентрацию в угольном пласте относительно значений мощности угля. А рассчитанные коэффициенты корреляции позволят прогнозировать их содержания в продуктах и отходах углеобогащения.

Литература

1. Угли бурые, каменные, антрацит и горючие сланцы. Метод отбора пластовых проб: ГОСТ 9815-75. Москва: Изд-во стандартов, 1975. 8 с.
2. Угли бурые, каменные и антрациты. Методы определения бериллия, бора, марганца, бария, хрома, никеля, кобальта, свинца, галлия, ванадия, меди, цинка, молибдена, иттрия и лантана: ГОСТ 28974-91. Москва: Изд-во стандартов, 1991. 8 с.

3. Козий Е.С., Ишков В.В. Новые данные о распределении токсичных и потенциально токсичных элементов в угле пласта с_{бн} шахты «Герновская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района. Сборник научных трудов НГУ, 2013, № 41, с. 201–208.
4. Козий Е.С. Особенности распределения токсичных и потенциально токсичных элементов в угле пласта с_{10^б} шахты «Сташкова» Павлоградско-Петропавловского геолого-промышленного района. Сборник научных трудов «Геотехническая механика», 2017, № 132, с. 157–172.
5. Ишков В.В., Козий Е.С. О распределении токсичных и потенциально токсичных элементов в угле пласта с_{7^н} шахты «Павлоградская» Павлоградско-Петропавловского геолого-промышленного района. Вестник Киевского национального университета. Геология. 2017, №79, с. 59-66. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.79.09>.
6. Козий Е.С. Мышьяк, бериллий, фтор и ртуть в угле пласта с_{8^б} шахты «Днепровская» Павлоградско-Петропавловского геолого-промышленного района. Вестник Днепропетровского университета. Геология-География. 2018, № 26 (1), с. 113–120. <https://doi.org/10.15421/111812>.
7. Козий Е.С. Двухфакторный дисперсионный анализ при изучении токсичных и потенциально токсичных элементов в угольных пластах Павлоградско-Петропавловского района. Материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная весна». Днепр: НТУ «Днепровская политехника». 2018, Т.8, с. 11–12.

Primit la redacție – 29/02/2020

Evaluarea eco-geochimică informativă a poluării stratului de sol din orașul Chișinău în perioada de vârf a activității industriale

Rezumat

A fost efectuată evaluarea retrospectivă a datelor privind poluarea cu metale a solurilor or. Chișinău în perioada de vârf a activității producției industriale la sfârșitul anilor 80 ai sec. XX. A fost constatată apropierea spectrelor geochimice în solurile de pe teritoriul întreprinderilor industriale și a instituțiilor educaționale. Analiza statistică a componentelor de bază denotă o diversitate a poluării cu metale pe teritoriile întreprinderilor industriale. Poluarea solurilor de pe teritoriile instituțiilor educaționale este cauzată de sectoarele locative și de transport. Lichidarea sectorului industrial divers, reprofilarea teritoriilor industriale și creșterea intensității fluxului de transport în oraș pe parcursul ultimilor 30 de ani, ar trebui să aibă ca rezultat la o schimbare semnificativă a structurii spațiale și a spectrului poluării în or. Chișinău.

Cuvinte cheie: ecologie, poluare, metale, urbanizare.

Informative eco-geochemical assessment of soil layer pollution in Chisinau during the peak period of industrial activity

Abstract

We have carried out a retro-assessment of the data on metal pollution of soils in the city of Chisinau dated by the peak of industrial activity in the late 80s of the twentieth century. The proximity of geochemical spectra in soils of industrial areas and in children's institutions was observed. Statistical analysis of the main components indicated a high specialization of metal pollution in the industrial areas. Soil pollution in areas of children's institutions had a clear residential-transport character. The elimination of a multisectoral industrial production, the redevelopment of industrial areas and an increase in traffic intensity in the city over the past 30 years should have led to a significant change in the spatial structure and spectrum of pollution in the city of Chisinau.

Keywords: ecology, pollution, metals, urbanization.

Сводная эколого-геохимическая оценка загрязнения почвенного покрова Кишинева в пиковый период промышленной активности

Резюме

Нами была проведена ретрооценка данных загрязнения металлами почв Кишинева в период пика активности промышленного производства в конце 80-х XX века. Была установлена близость геохимических спектров в почвах под промышленными предприятиями и детскими учреждениями. Статистический анализ главных компонентов свидетельствует о большом разнообразии загрязнений металлами на территориях промышленных предприятий. Загрязнение почв под детскими учреждениями носит явный седитивно - транспортный характер. Ликвидация многопланового производственного сектора, перепрофилирование промышленных территорий и увеличение интенсивности транспортных потоков в городе за прошедшие 30 лет должно было привести к значительному изменению пространственной структуры и спектра загрязнения в Кишиневе.

Ключевые слова: экология, загрязнение, металлы, урбанизация.

¹ Institutul de Oceanografie, Universitatea de Stat din Rio Grande, Brazilia.

Întroducere

Urbanizarea – un proces global, însoțit de o migrație în creștere a populației de la sate la orașe, unde combinarea unei concentrări mari de populație și a întreprinderilor industriale, duce la micșorarea semnificativă a parametrilor calității mediului ambiant. Calitatea vieții în orașele moderne, într-o măsură mare, este determinată de nivelul de socializare, planificarea amplasării structurilor industriale și de transport, prezența și calitatea zonelor de recreație, efectuarea controlului asupra parametrilor calității mediului și a măsurilor efective de ameliorare [1,2].

Stratul de sol din oraș este un mediu conservativ, care pe un termen lung încorporează poluanți chimici, servind la rândul său o sursă de poluare pentru aerul atmosferic, mediul acvatic și biologic. În același timp compoziția stratului de sol și concentrația unor elemente chimice și a compușilor lor, servesc ca indicatori a intensității și a amploarei acțiunii antropice asupra teritoriului dat [3,4]. Pentru fiecare element chimic au fost elaborate normative a concentrației limită în dependență de modul de utilizare a teritoriului: locativ, recreativ, industrial, etc. [5]. În afară de aceasta există indici de gradare a pericolului stratului de sol poluat cu unele elemente chimice, ce permit evaluarea gradului de poluare, pentru care ulterior sunt prezentate recomandări de măsuri complexe corespunzătoare pentru diminuarea efectului negativ [6]. În calitate de efect sumar al poluării stratului de sol se utilizează indicele Z_c , care cuprinde concentrațiile tuturor elementelor, inclusiv și a celor, concentrația cărora nu au valori critice, dar care în interacțiune cu alte elemente pot avea un efect negativ de poluare [7].

Dezvoltarea or. Chișinău în a doua jumătate a sec. XX a fost marcat printr-o creștere spectaculoasă a populației ce s-a triplat în perioada anilor 1960 - 1980, precum și o creștere majoră a producției industriale în limitele mediului urban. Însă la începutul deceniului nouă, odată cu reformele social-politice, producția industrială nu numai că s-a micșorat, dar a căpătat un impuls negativ, până la lichidarea majorității ramurilor industriale de altă dată. În prezent structura locativ - industrială a orașului s-a modificat esențial. În locul blocurilor fostelor uzine în prezent sunt amplasate diverse instituții, inclusiv și centre comerciale, ce sunt vizitate de un număr mare de oameni. Teritoriile, ce altădată aparțineau întreprinderilor industriale au fost ocupate de construcții locative și sociale. Înlocuirea structurii vechi a întreprinderilor industriale cu cea nouă locativă în zonele afectate anterior de poluanții industriali, pot avea urmări negative pentru populația din aceste raioane.

Modificarea sarcinii antropice în oraș (majorarea de câteva ori a emisiilor auto) trebuie să se reflecte asupra configurației și compoziției elementelor în anomaliile pedogeochimice din oraș. Deplasarea centrelor anomaliilor înregistrate prin maximele producției industriale în solurile din oraș [8] la fel trebuie să fie însoțite de modificările asociațiilor paragenetice a metalelor-poluanți. Evaluarea stării ecogeochimice moderne din oraș trebuie să ia în calcul aspectele conservative de poluare din perioadele anterioare.

În această lucrare s-a încercat prezentarea unei caracteristici informative pedogeochimice a or. Chișinău din perioada de vârf a activității producerii industriale asupra mediului în anii 1980-1990. Această caracteristică cu parametrii în cauză, poate fi utilizată la evaluarea dinamicii modificării situației ecologice din oraș, în calitate de indicator istoric de referință.

Materiale și metode

Recoltarea probelor de sol din or. Chișinău s-a efectuat pe parcursul anilor 1989-1990 [8], luând în calcul două grupe de obiective: întreprinderi industriale și instituții educaționale (școli și grădinițe). În acest aspect cele două grupe de obiective au fost analizate ca surse de poluare (întreprinderi industriale) și cartiere locative, ca sectoare foarte sensibile la poluare. Au fost recoltate probe de pe teritoriile a 45 de întreprinderi și 79 instituții educaționale.

Eșantioanele de sol au fost prelevate de la suprafață (0-5 cm) cu ajutorul unui șpaclu și plasate în recipiente de polietilenă. În laborator eşantioanele de sol au fost mărunțite cu ajutorul mojarului, trecute prin sită cu orificiile de ~ 1 mm, arse în mufă la temperaturi de 450-500° C și trecute în formă de pulbere prin mărunțire în puiă de agat. Metalele în aceste probe de sol au fost determinate prin metoda spectrală de emisie la aparatul DFS-13.

Pentru evaluarea pragului conținutului elementelor în punctul de prelevare, s-a utilizat coeficientul de concentrație $Kc = C/Cf$, unde C – concentrația elementului în punctul de prelevare, Cf - concentrația de fond a elementului. Pragul anomaliei a fost acceptat valoarea $Kc = 1,5$ [7]. Analiza statistică a fost efectuată utilizând programul Statistica. [9].

Rezultate și discuții

Indicii nivelului de poluare a solurilor întreprinderilor industriale demonstrează o diferențiere semnificativă atinsă pentru unele elemente (de exemplu pentru cupru) (tab.1). Diferența mare între concentrațiile metalelor în solurile teritoriilor industriale, probabil este legată de diferența mare în profilul lor de activitate.

Lista întreprinderilor supuse studiului la sfârșitul anilor 80, includea uzine siderurgice, constructoare de mașini și aparate, prelucrarea metalelor, materialelor de construcție, industria chimică, industria ușoară și alimentară, energia electrică. Toate aceste întreprinderi aveau specificul lor, cu referire la procesul tehnologic, utilizând diverse substanțe și materiale pentru a obține produsul finit. Valoarea medie a Kc a metalelor studiate în solurile întreprinderilor industriale, în majoritatea cazurilor (cu excepția vanadiului), depășea considerabil sau de multe ori nivelul de anomalie ($Kc > 1.5$).

Indicele sumar al poluării solurilor (Zc) din zonele industriale, la fel au arătat variații considerabile între unele întreprinderi (14-15383, media fiind 793). Conform valorii medii a Zc , solurile din oraș trebuie să fie plasate la cele cu un nivel de poluare extrem de periculos. Conform autorilor [10] valoarea $Zc > 128$ contribuie la majorarea îmbolnăvirilor la copii, dereglării funcției reproductive la femei etc. În acest sens solurile întreprinderilor din or. Chișinău reprezentau obiective foarte periculoase și surse de poluare. Însă pentru caracteristica pericolului de poluare a unei suprafețe anumite, valoarea medie a Zc este puțin informativă. Trebuie de luat în calcul valoarea medianei Zc , care pentru Chișinău, la sfârșitul anilor 80 era aproximativ 160, cu alte cuvinte la jumătate de întreprinderi coeficientul poluării totale era mai mare decât această valoare. Datele noastre, referitor la nivelul de poluare a teritoriilor industriale ale orașului arătau, că 72% din întreprinderile industriale se caracterizau printr-un nivel foarte înalt de poluare a solurilor [8].

Tabelul 1

Valorile variabilei conținuturilor și coeficienților de concentrație ale metalelor în sol pe teritoriile întreprinderilor industriale și a instituțiilor educaționale (date prelucrate din [8]).

Elementul	Concentrația de fond mg/kg	Zona industrială		Instituții educaționale	
		Șirul Kc	Media Kc/mg kg ⁻¹	Șirul Kc	Media Kc/mg kg ⁻¹
Ni	68	0-15	3/204	0.3-2	0.8/54
Cr	80	1-113	12/960	0.3-3	1.4/112
Pb	19	1-368	39/741	1.1-32	3.4/65
Mo	3	1-57	5/15	0.7-10	0.8/2.4
Sn	11	1-227	13/143	0.2-6	1.1/12
V	108	0-7	1/108	0.2-21	1.5/162
Cu	35	1-14286	486/17010	0.9-23	5.3/185
Co	11	0-273	10/110	0.5-9	1.3/14
Zn	60	2-300	31/1860	0.3-533	12.0/720
Ag	1	1-850	64/64	0.5-11	1.7/109
Sb	1	1-2000	88/88	1-10	1.5/132
W	2	1-500	42/84	1-25	1.6/3.2
Sr	100	0-70	12/1200	1-25	2.3/230

Poluarea solurilor de pe teritoriile instituțiilor educaționale erau într-o măsură mai mică față de teritoriile întreprinderilor industriale, cu excepția conținutului de zinc (tab.1). Valorile Kc în aceste soluri deseori erau mai mici decât 1, adică conținutul metalelor nu depășea concentrația de fond.

Indicele sumar de poluare a solurilor din instituțiile educaționale varia între 1 și 522, în medie - 24 [8]. Conform indicelui mediu Zc, teritoriile instituțiilor educaționale se caracterizează printr-un nivel mediu de pericol. Însă valoarea medianei este mai mică de două ori -12, aproape jumătate din teritoriile instituțiilor educaționale din oraș solurile se caracterizează printr-un nivel acceptabil de poluare. Conform datelor anterior publicate, 68% din teritoriile instituțiilor educaționale nivelul de poluare cu metale nu depășea nivelul limită de concentrație [8].

Impactul întreprinderilor industriale asupra cartierelor locative este greu de evaluat, fără o cartare detaliată a teritoriului orașului, care ar permite urmărirea deplasării factorilor de poluare în afara zonelor industriale. Studiul de suprafață pe care l-am efectuat și care includea mai puțin de trei probe la 1 km² din teritoriul orașului nu ne-a permis să înregistrăm direcția de propagare a acestor surse de poluare de la întreprinderile industriale. Însă un tablou mai general despre natura și deplasarea poluanților în oraș îl poate da analiza comparativă a spectrelor solurilor în sursele de poluare și teritoriile supuse acțiunii antropice, din partea acestor surse. Spectrele poluării solurilor întreprinderilor industriale și instituțiilor educaționale, comparativ cu spectrul de fond în solurile din centrul Moldovei, sunt prezentate în figura 1. Din figură se observă, că distribuția metalelor în solurile celor două zone studiate au o configurație asemănătoare, cu toate că corelarea între ele este mică ($r=0.27$; $p<0,05$; $n=13$). Două metale, cupru și wolframul nu corelează în spectrele geochemice. În cazul wolframului se poate explica prin utilizarea îngustă a acestui metal în producerea industrială, iar a cuprului se poate explica prin utilizarea lui pe larg în diverse produceri industriale. Concentrația ridicată de zinc în sectoarele locative, probabil, este legată de utilizarea acestui metal în elementele de construcție a clădirilor locative sub formă de oțeluri zincate.

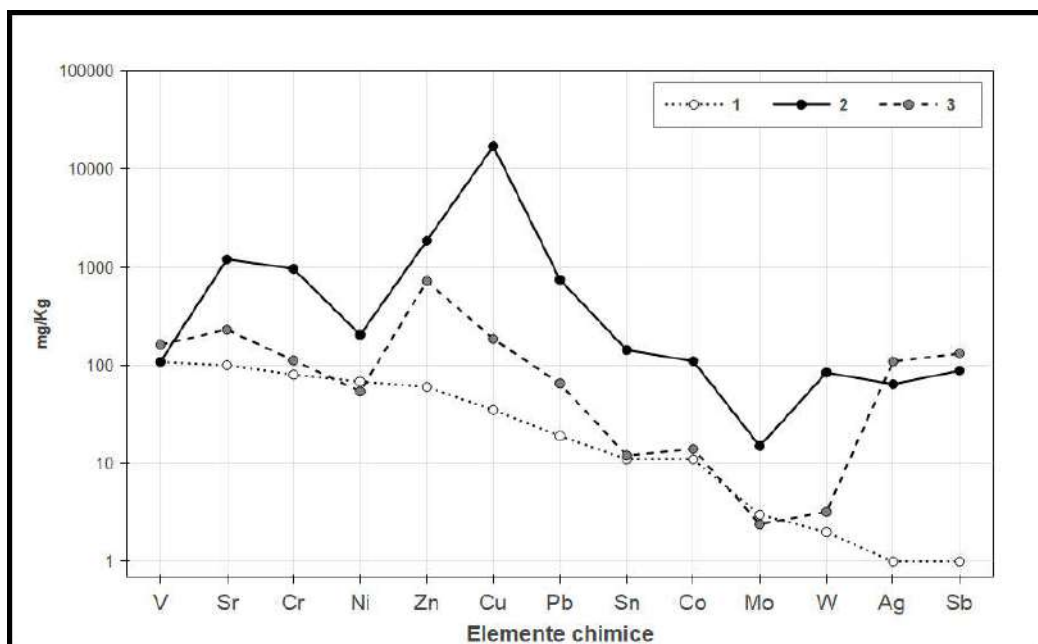


Figura 1. Spectrele geochemice a conținutului de metale în solurile Moldovei: 1-teritoriul de fond, 2-întreprinderi industriale 3-instituții educaționale (școli, grădinițe).

Pentru o evaluare mai informativă a poluării din zonele industriale și pe teritoriile instituțiilor educaționale a fost utilizată analiza statistică cu parametri multipli a componentelor principale (PCA). Această analiză a grupelor de soluri din zonele industriale au permis evidențierea a două componente principale, care împreună fac claritate în cele 41,6% din toate variațiile datelor (tab. 2). Componentul principal (PC1) a prezentat 27 % din variații și a cuprins *Ni*, *Sn*, *Cu* și *Zc* (fig. 2). Aceasta poate fi interpretată ca o mărturie a unui proces unic, care controlează distribuția acestor elemente, care corelează mult cu parametrul sumar *Zc*.

Tabelul 2

Valorile variabilei primelor două componente principale pentru *Sr*, *V*, *W*, *Sb*, *Mo*, *Cr*, *Ni*, *Sn*, *Cu*, *Ag*, *Zn*, *Co*, *Pb*, *Sr* și *Zc*.

Elementul	PC1	PC2
<i>Ni</i>	0.7	-0.1
<i>Cr</i>	0.5	0.7
<i>Pb</i>	0.2	0.4
<i>Mo</i>	0.4	-0.4
<i>Sn</i>	0.7	0.1
<i>V</i>	0.0	-0.1
<i>Cu</i>	0.9	0.1
<i>Co</i>	0.3	0.2
<i>Zn</i>	0.5	0.5
<i>Ag</i>	0.5	0.4
<i>Sb</i>	0.3	-0.6
<i>W</i>	0.1	-0.5
<i>Sr</i>	-0.1	0.4
<i>Zc</i>	0.9	0.1

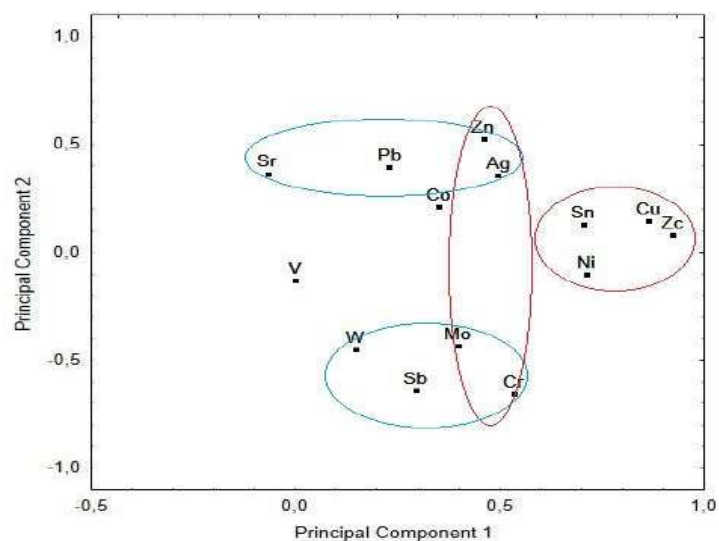


Figura 2. Densitatea distribuției PCA a primelor componente principale, pentru *Sr, V, W, Sb, Mo, Cr, Ni, Sn, Cu, Ag, Zn, Co, Pb, Sr* și *Zc*.

Metalele *Cr, Mo, Zn, Ag* la fel au demonstrat o sarcină considerabilă în *PC1* (0.4-0.5), fapt ce ne permite să concluzionăm, că aceste elemente pot fi unite într-o grupă comună, fiind condiționate de natura și sursa lor comună. Componentul principal (*PC2*) ne prezintă 14,6% din toate variațiile și caracterizează pe cele secundare, care au o importanță secundară la distribuția metalelor. *Cr, Mo, Sb și W* au demonstrat valori negative *PC2* (-0.4 până la -0.7), pe când *Pb, Zn, Ag și Sr* au arătat valori pozitive (0.4 – 0.5), demonstrând, că elementele acestor două grupe se acumulează în soluri din diverse surse.

Pentru teritoriile instituțiilor educaționale două componente principale împreună caracterizează 37,2% din toate variațiile valorilor numerice (tab. 3). *PC1* a prezentat 20,4% din toate variațiile și a unit *Pb, V, Cu, Zn* și parametrul sumar *Zc* (fig. 3). *PC2* a prezentat 16,8% din toate variațiile numerice și este reprezentat prin *Sb și W*. Celelalte metale nu se asociază în grupe bine evidențiate.

Tabelul 3

Valorile variabilei primelor două componente principale pentru *Sr, V, W, Sb, Mo, Cr, Ni, Sn, Cu, Ag, Zn, Co, Pb, Sr* și *Zc*.

Elementul	<i>PC1</i>	<i>PC2</i>
<i>Ni</i>	-0.2	-0.1
<i>Cr</i>	0.0	-0.3
<i>Pb</i>	-0.9	-0.3
<i>Mo</i>	-0.1	0.5
<i>Sn</i>	-0.2	0.1
<i>V</i>	-0.7	-0.2
<i>Cu</i>	-0.7	-0.1
<i>Co</i>	0.0	0.1
<i>Zn</i>	-0.5	-0.3
<i>Ag</i>	-0.4	0.4
<i>Sb</i>	-0.3	0.8
<i>W</i>	-0.3	0.8
<i>Sr</i>	-0.1	0.4
<i>Zc</i>	-0.7	-0.2

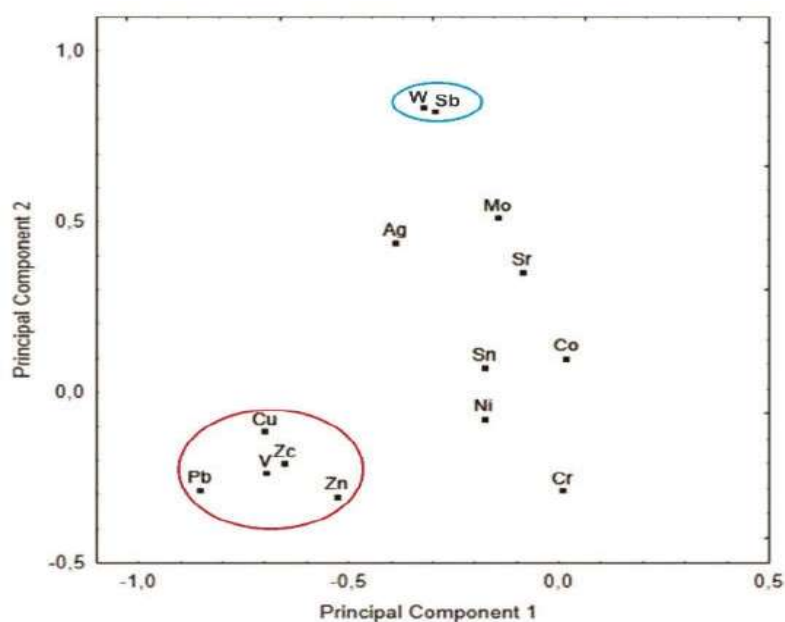


Figura 3. Densitatea distribuției PCA a primelor componente principale, pentru *Sr, V, W, Sb, Mo, Cr, Ni, Sn, Cu, Ag, Zn, Co, Pb, Sr* și *Zc*.

Distribuția metalelor în graficele PCA ne permite să facem câteva concluzii principale despre natura poluării solurilor orașului cu metalele studiate. Pentru zonele industriale ale orașului este caracteristic lipsa unei poluări cu un grup de metale strict evidențiate. Acest fapt este probabil condiționat de două particularități ale industriei orașului la etapa de vârf al dezvoltării sale. Particularitatea amplasării întreprinderilor industriale, care aveau un caracter pestriț, întreprinderile nu erau grupate în zone industriale, care să fie amplasate în afara zonei locative, dar erau amplasate în majoritatea sectoarelor orașului. Alt factor al lipsei unei astfel de grupe, este un spectru larg de procese tehnologice la întreprinderi ce utilizau diverse materiale și în urma acestora erau eliminate în mediul înconjurător poluanți de metale specifice. Pe teritoriile grădinițelor de copii, grupul evidențiat de cupru, zinc și plumb, confirmă prezența spectrului clasic orășenesc, legat mai mult de factorul locativ decât de acțiunea factorului industrial asupra mediului.

Concluzii

Solurile sectoarelor industriale ale orașului Chișinău în perioada de vârf a dezvoltării industriale se caracterizau printr-o poluare înaltă cu metale. Teritoriile instituțiilor educaționale, în aceeași perioadă, suportau o presiune antropică cu mult mai mică. În pofida faptului că nivelul poluării cu metale pe ambele tipuri de teritorii, ele au o configurație asemănătoare, comparativ cu spectrul concentrațiilor de fond ale metalelor în solurile Moldovei.

Analiza statistică multiparametrică a componentelor de bază arată o dispersie majoră a variației conținutului de metale în solurile de pe teritoriile întreprinderilor industriale. Această dispersie este determinată de profilul îngust al întreprinderilor industriale și amplasarea lor în teritoriu. Teritoriile instituțiilor educaționale se caracterizează prin asocierea paragenetică a metalelor, tipică în cazul presiunii antropice locative și de transport.

Diminuarea activității industriale, reprofilarea fostelor teritorii industriale și majorarea intensității fluxului de transport în oraș în ultimii 30 de ani, ar fi trebuit să ducă la o modificare majoră a spectrului și amplasarea spațială a poluanților. Informația despre starea ecogeochimică este necesară de a fi înnoită, în scopul planificării reconstrucției moderne și științific argumentată a teritoriului orașului.

Bibliografie

1. Wang X. S.; Qin Y.; Sang S. X. 2005. Accumulation and sources of heavy metals in urban topsoils: a case study from the city of Xuzhou, China. *Environmental Geology*, 2005, vol. 48, No. 1, p. 101–107.
2. Qadir A., Malik R. N., & Husain S. Z. Spatio-temporal variations in water quality of Nullah Aik-tributary of the river Chenab, Pakistan. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2008, 140 (1-3), p. 43–59.
3. Chen T.-B.; Zheng Y.-M.; Lei M.; Huang Z.-C.; Wu H.-T.; Chen H.; Fan K.-K., Yu K.; Xiao W.; Tian Q.-Z. Assessment of heavy metal pollution in surface soils of urban parks in Beijing, China. *Chemosphere*, 2005, 60 (4), p. 542–551.
4. Kelly J., Thornton I., Simpson P.R. Urban geochemistry: a study of the influence of anthropogenic activity on the heavy metal content of soils in traditionally industrial and non-industrial areas of Britain. *Applied Geochemistry*, 1996, 11 (1–2), p. 363 – 370.
5. CONAMA 2009. Resolução N° 420, de 28 de Dezembro de 2009, DOU n° 249 , p.81-84.
6. Mirlean N; Gripp M. L. R. Geochemical mapping and environmental indexing of an urban area (Rio Grande, RS). *Rio de Janeiro: Geochimica Brasiliensis*, 2018, v.32, p.199 - 208.
7. Сагт Ю.Е., Ревич. Б.А., Янин Е.П., и др. Геохимия окружающей среды. Москва: Недра, 1990. 335 с.
8. Мырлян Н.Ф., Морару К.Е., Настас Г.И. Эколога-геохимический атлас Кишинева. Кишинев: Штиинца, 1992. 114 с.
9. Jonson R.A. & Wichern D.W. *Applied multivariate statistical analysis*. New Jersey: Prentice Hall, 1992, 3rd ed. 642 p.
10. Ревич. Б.А., Сагт Ю.Е., Смирнова Р.С., Сорокина Р.П. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами. Москва: ИМГРЭ, 1982. 111 с.

Primit la redacție – 10/10/2019

Болотин О.А., Сюткин С.В., Самохвалов Н.И.

Адсорбционно-текстурные характеристики глауконитов Молдовы

Резюме

Проведены исследования структурно-текстурных характеристик глауконитовых песков месторождения Наславча (Окницкий район). Показано, что все исследованные образцы имеют четко выраженную мезопористую структуру и обладают достаточно высокой удельной поверхностью и суммарным объемом пор.

Ключевые слова: глауконитовый песок, изотермы адсорбции, удельная поверхность.

Caracteristicile structurale și de textură ale nisipurilor glauconite din Moldova

Rezumat

Caracteristicile structurale și de textură ale nisipurilor glauconite din depozitul Naslavcha (regiunea Ocnișky) au fost studiate. S-a demonstrat că toate probele studiate au o structură mezoporoasă clar exprimată și au o suprafață specifică suficient de mare și un volum total al porilor.

Cuvinte cheie: nisipurilor glauconite, izoterme de adsorbție, suprafața specifică.

The structural and texture characteristics of glauconite sands of Moldova

Abstract

The structural and texture characteristics of glauconite sands of the Naslavcha deposit (Ocnișky region) have been studied. It is shown that all the samples studied have a clearly expressed mesoporous structure and have a sufficiently high specific surface area and a total volume of pores.

Keywords: glauconite sand, adsorption isotherm, specific surface.

Введение

Утилизация и обезвреживание отходов производства является одной из значимых технологических проблем. Нефтяная промышленность занимает одно из первых мест по уровню отрицательного воздействия на окружающую среду.

На предприятиях нефтеперерабатывающей промышленности и нефтебазах накапливается значительное количество нефтешламов, которые образуются при очистке сточных вод, в системе оборотного водоснабжения, бурении во время ремонта оборудования, при очистке резервуаров, а также в результате чрезвычайных ситуаций.

Как было отмечено ранее [1,2, 3,4,6] природный минерал глауконит представляет большой интерес для очистки сточных вод от загрязнения при вышеперечисленных условиях, чему способствуют особенности кристаллической структуры, фазового состава и структурно-текстурные характеристики алюмосиликата (глауконита).

Материалы и методы

Эффективность практического применения глауконитов в качестве сорбционного сырья определяется их пористой структурой. В нашей работе для определения текстурных характеристик были использованы образцы глауконитовых песков месторождения Наславча (Окницкий район), минералогический состав, которых был изучен ранее [2]. Адсорбционные характеристики были определены методом БЭТ (Метод Брунауэра, Эммета, Теллера) с использованием низкотемпературной адсорбции азота (77 К) на автоматическом анализаторе ACTOSORB-1 (USA). Сорбционную емкость исследуемых глауконитов, по отношению к нефтепродуктам (моторное масло, бензин, соляровое масло) определяли по отношению массы впитавшегося нефтепродукта к массе адсорбента.

Результаты и обсуждения

Для выявления структурных особенностей глауконита, проводились измерения удельной площади поверхности, общей пористости и распределения пор по радиусам, рассчитанных из десорбционной ветви адсорбции азота при 77 К (Рис. 1, 2).

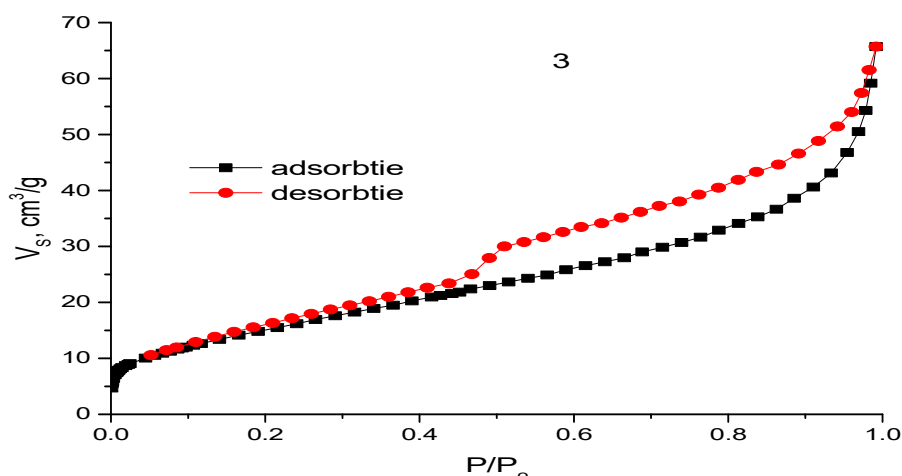


Рис. 1 Изотерма адсорбции – десорбции азота при 77К для природного глауконита.

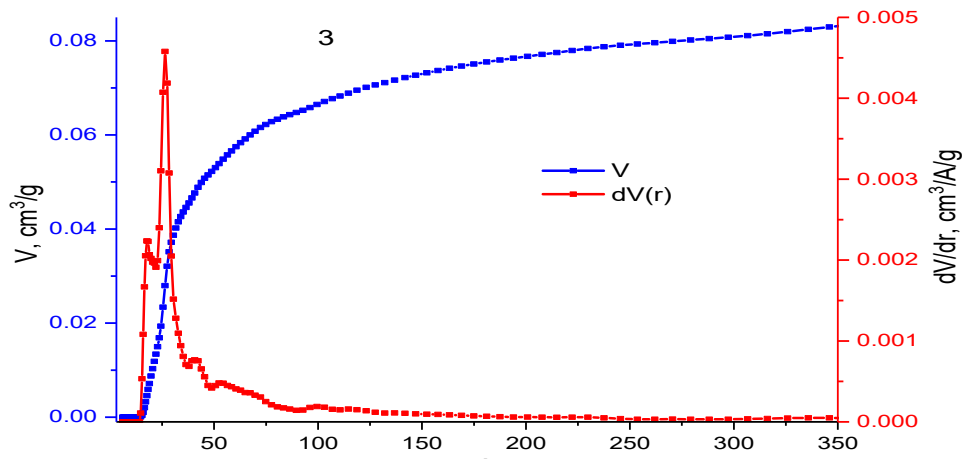


Рис. 2 Кривые распределения пор по размерам для глауконитов (с. Наславча).

Приведенные изотермы характерны для мезопористых сорбентов и соответствуют IV типу, согласно IUPAC-классификации и является типичной для мезопористых сорбентов. По форме петли гистерезиса можно предположить наличие в образцах щелевидных пор [4, 5]. Резкий подъем сорбционной кривой при P/P_0 близкой к 1 указывает на наличие в образцах глауконита крупных пор.

Важно было оценить площадь удельной поверхности и суммарный объем пор исследуемого глауконита как сорбента. Как показывают результаты (табл. 1) молдавские глаукониты обладают достаточно высокой удельной поверхностью и суммарным объемом пор.

Как видно из рис. 2, преобладающий радиус пор для исследуемых образцов составляет 10 – 70 Å с максимумом при 25 Å, второй небольшой пик отвечает порам с радиусом порядка 13 Å.

Таблица 1

Результаты измерений исследуемого глауконита

Proba	S_{BET} , m^2/g	V_s , cm^3/g	V_μ , cm^3/g	R , Å
1	57,34	0,102	0	17,12

S_{BET} – удельная поверхность по BET;

V_s – объем мезопор;

V_μ – объем микропор;

R – эффективный радиус пор.

Ниже представлены результаты определения сорбционной емкости исходных неактивированных глауконитовых песков по отношению к некоторым нефтепродуктам (Табл. 2)

Таблица 2

Значения сорбционной емкости исходных неактивированных глауконитовых песков

Наименование нефтепродукта	Масса поглощенного вещества, г/г сорбента
Бензин	1,21
Дизельное топливо	1,57
Машинное масло (ММО)	1,58
Индустриальное масло	1,64

Как видно из таблицы, исследованный сорбент имеет невысокие показатели коэффициента нефтеемкости. Но как было отмечено в работе Телушкиной Т. Ю. и др [7], глауконит обладает очень важной особенностью - отсутствием десорбции поглощенных веществ, а именно: сорбируя нефтепродукты и прочие загрязняющие вещества, глауконит не только связывает их, но и, в дальнейшем, препятствует миграции этих веществ в почве, в поверхностных и подземных водах, а также переходу их в структуру растений.

Выводы

Установлены основные адсорбционно-структурные характеристики природных глауконитов месторождения Наславча (Окницкий район). Показано, что исследованный глауконит относится к мезопористым сорбентам с размером пор от 10 до 70 Å с максимумом при 25 Å и обладает достаточно высокой удельной поверхностью и суммарным объемом пор. Проведенные исследования открывают перспективы использования глауконита в качестве поглотителей нефтешламов, загрязняющих водные объекты и почву.

Литература

1. Русинова И.Н. Применение гранулированного сорбента на основе глауконита в народном хозяйстве / И.Н. Русинова / *Materialy X Miedzynarodowej naukowoprartyycznej konferencji "Kluczowe aspekty naukowej dzialalnosci"* Volume 19. Ekologia. Chemia i chemiczne technologie.: Przemysl. Nauka istudia, 2014, с.13-16.
2. Болотин О., Сюткин С. Особенности минерального состава глауконитсодержащих песков верхнемеловых отложений Молдовы. *Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM*, 2017, № 2, ISSN 1857-0046.
3. Вениг С.Б., Сержантов В.Г., Чернова Р.К., Доронин С.Ю., Селифонова Е.И., Захаревич А.М., Солдатенко Е.М. Глауконит Саратовской области. Свойства, композиты на его основе, области применения // *Бутлеровские сообщения*, 2014, № 8, с.1.
4. Карнаухов Л.П. Адсорбция. Текстура дисперсных и пористых материалов. Новосибирск: Наука, 1999. 470 с.
5. Левченко М.Л., Губайдуллина А.М., Лыгина Т.З. Структурно-текстурные характеристики природных и активированных алюмосиликатов (глауконитов). *Вестник Казанского технологического университета*, 2009, вып. 4, с. 58-64.
6. Сухарев Ю.И., Черногорова А.Е., Кувыкина Е.А. — Особенности структуры и сорбционно-обменные свойства глауконита Багарякского месторождения // *Известия Челябинского научного центра УрО РАН*, 1999, № 3, с. 64-69.
7. Телушкина Т. Ю., Медведев А. В., Пермяков В. Н. Опыт изучения и применения глауконитового песка // *Материалы Международной научно-технической конференции: Нефть и газ Западной Сибири*. Тюмень: Тюм Г НГУ, 2013, Т.3, с.27-36.

Primit la redacție – 05/06/2018

Механоактивация природного кварцевого песка в магнитоожигженном слое

Резюме

Приведены и анализированы результаты исследований структурных изменений в кварцевом песке при механической активации в магнитоожигженном слое. Изменения поверхностных физико-химических свойств по сравнению с исходными образцами кремнеземов определялись методом рентгендифрактометрии и ИК-спектроскопии.

Ключевые слова: кварцевый песок, механоактивация магнитоожигжением, рентгенофазовый анализ, ИК-спектроскопия.

Mechanical activation of the quartz sand in magnetofluidized layer

Abstract

The results of the research regarding the structural modifications of the quartz sand to the mechanical activation in magnetofluidized layer are presented and analyzed. Changes in the surface physico-chemical properties compared to the initial silica samples were determined using X-ray diffractometry and IR spectroscopy.

Keywords: quartz sand, mechanical activation in magnetofluidized layer, X-ray diffractometry, IR-spectroscopy

Activarea mecanice ale nisipului de cuarț în strat magnetofluidizat

Rezumat

Sunt prezentate și analizate rezultatele cercetărilor privind modificările structurale ale nisipului de cuarț la activarea mecanice în strat magnetofluidizat. Modificările proprietăților fizico-chimice de suprafață în comparație cu probele inițiale de silice au fost determinate folosind difractometria cu raze X și spectroscopie IR.

Keywords: nisipului de cuarț, activarea mecanice în strat magnetofluidizat, difractometria cu raze X, spectroscopie IR

Введение

Одной из насущных проблем при производстве строительных материалов является снижение энергозатрат и материалоемкости сырья при производстве изделий. При этом предпочтительнее и получение материалов для строительства на основе местного сырья. К таким достаточно распространенным в республике относится кварцевый песок, традиционно используемый как основной компонент

¹ Институт прикладной физики, г. Кишинев, Молдова

² Институт химии, г. Кишинев, Молдова

при производстве силикатного кирпича и газосиликатных теплоизоляционных изделий. Среди эффективных методов управления качеством материалов, используемых при строительстве, считается дезинтеннаторная обработка [1- 6].

Анализ литературных данных свидетельствует о возможности получения оптимальных структур цементного камня с учетом свойств и минералогического состава исходных компонентов и технологии его получения [7-10]. В этой связи приводятся результаты предварительных исследований по разработке малоэнергоёмкой технологической схемы получения теплоизоляционного бетона неавтоклавногo твердения с применением различных минеральных компонентов и методов активации исходных материалов. Под малоэнергоёмкой технологией активации диспесных материалов подразумевается один из возможных способов приведения частиц активируемого материала в состояние интенсивного пульсационного движения, который связан с воздействием на них электромагнитных полей [5, 6].

Материалы и методы

В качестве объекта исследования был выбран кварцевый песок месторождения Молдовы [11] и сырьевые смеси песка и негашеной извести, которые, как известно, являются основой известково-кремнеземистых вяжущих. Заполнителем использовался речной песок плотностью 2600 кг/м^3 , насыпной плотностью 1400 кг/м^3 с содержанием пылевидных и глинистых частиц - от 0,8 до 1,3 %.

Механоактивацию осуществляли в трубе из нержавеющей стали (внутренним диаметром 67 мм) с размещенными в ней ферромагнитными частицами в виде иголок. Под действием вращающегося электромагнитного поля иглы совершают интенсивное хаотическое движение, перемещаясь по рабочей зоне камеры. Такое движение ферромагнитных иголок сопровождается большим количеством столкновений с частицами обрабатываемого материала, и сопровождаются как прямыми, так и скользящими ударами. В результате происходит тонкий помол материала, приводящий к его механоактивации. Одновременно происходит и интенсивное перемешивание измельченного материала, что обеспечивает повышение однородности смеси. Проведены экспериментальные работы по получению силикатных изделий измельчением исходных материалов шихты (песок речной, негашеная известь и др) в течение 5 минут, были сформированы опытные образцы формата 40 x 40 x 40 мм и определены их физико-механические параметры. Готовые бетонные образцы твердели в течении 3 суток в условиях естественной сушки при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и влажности воздуха $50 \pm 5\%$. Свойства образцов определены по стандартным методикам: предел прочности при сжатии - согласно ГОСТ 10180-90 на прессе П--10 при скорости нагружения 3,5 кН/сек.

На рис. 1 показаны этапы, используемые для приготовления бетонных кубов: активирование в магнитооживленном слое песка, извести, заполнителей и др. (рис. 1а), перемешивание готовой, затворенной водой шихты с использованием стандартного смесителя (рис. 1б), с последующим приготовлением кубиков путем заливки бетонной пасты в формы (рис. 1в), отверждение кубов в пропарочной камере (рис. 1г), просушка в сушильном шкафу (рис. 1д) и испытание на прочность (рис. 1е).

Для определения происходящих изменений в процессе механоактивации в магнитоожигенном слое использовались рентгенофазовый анализ и ИК - спектроскопия, с целью выявления их кристалло-химических особенностей.

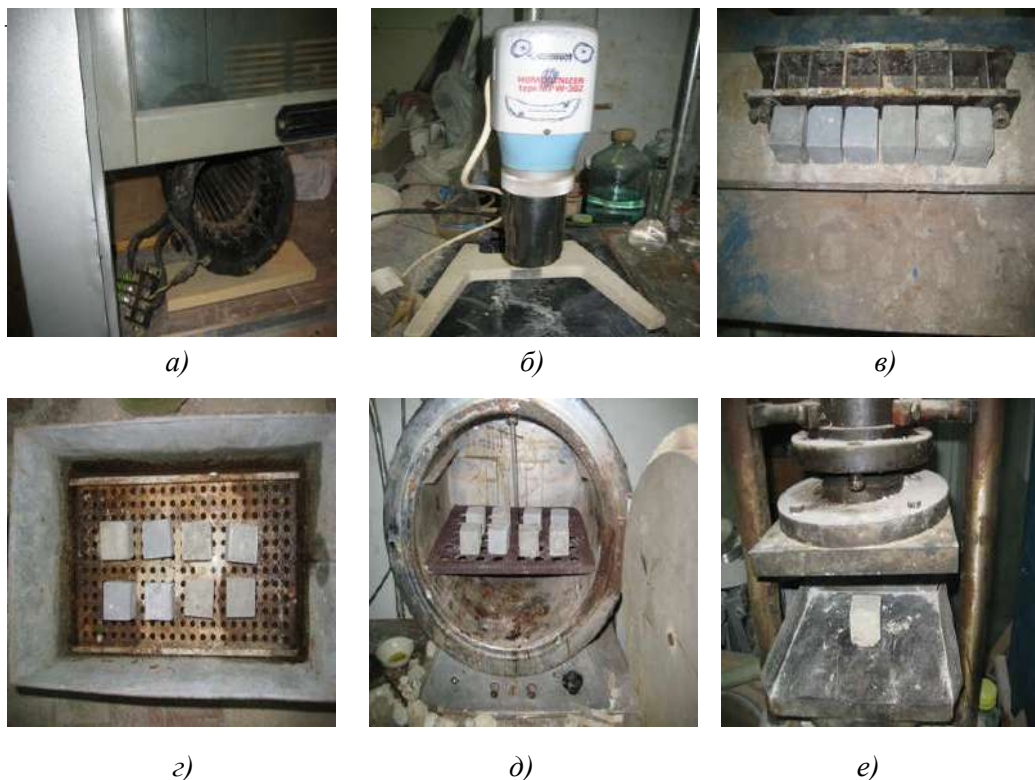


Рис.1. Подготовка и испытание образцов бетона.

Рентгеновская дифракция. Съёмка производилась на дифрактометре ДРОН-3 с использованием $FeK\alpha$ излучения, интервал сканирования – $3-7402\theta$ из расчета 40/мин. Интерпретация дифрактограмм проводилась с использованием пособия В.С. Горшкова [12].

Инфракрасная спектроскопия. Спектры регистрировались на ИК - Фурье спектрометре PE-100 Перкин - Элмер в области $4000-650\text{ см}^{-1}$. Отнесение частот поглощения в ИК-спектрах кварцевых песков сделано с использованием литературных источников [13 - 15].

Экспериментальная часть и обсуждение результатов

На фотографиях (рис. 2 и 3) виден характер изменения поверхности песка после механоактивации. Изменение цвета песка произошло вследствие очистки поверхности зерен. Изменился и характер поверхности, она стала матовой и шероховатой. Кристаллы песка до механоактивации представляли собой окатанные зерна размерами от 100 до 300 мкм, после активации их размеры уменьшились до 30 - 40 мкм.

Состояние поверхности неактивированных и активированных частиц песка

существенно различия (рис. 2-3). Неактивированный кремнезем имеет плотную бездефектную поверхность. Поверхность активированного песка имеет множество дефектов различной формы, что предопределяет наличие множества разорванных связей и не компенсированных зарядов, обеспечивающих высокую реакционную способность кремнезема [16].



Рис. 2. Кварцевый песок.



Рис.3. Песок кварцевый после дезинтеграторной обработки.

Для исследования процессов фазовых переходов в сырьевых материалах после обработки применялся метод рентгенофазового анализа (РФА) и на рис. 4 представлены результаты для проб исходных кремнеземистых материалов и, полученных из них нанопорошков.

Сравнение дифрактограмм подтверждает, что дифрактограмма (рис. 4а) отличается от приведенной на (рис. 4б), повышенной дисперсностью кварца. Это

объясняется тем, что при дезинтеграторной обработке песков происходит истирание его зерен [15, 16].

Качественный фазовый анализ показал, что присутствующие рефлексы характерны для β -кварца ($d = 4,25; 3,35; 2,29$). Аксессуаром в исследуемом материале является кальцит (CaCO_3), содержание которого не превышает 4-5 %, и полевоы шпат (3-4%).

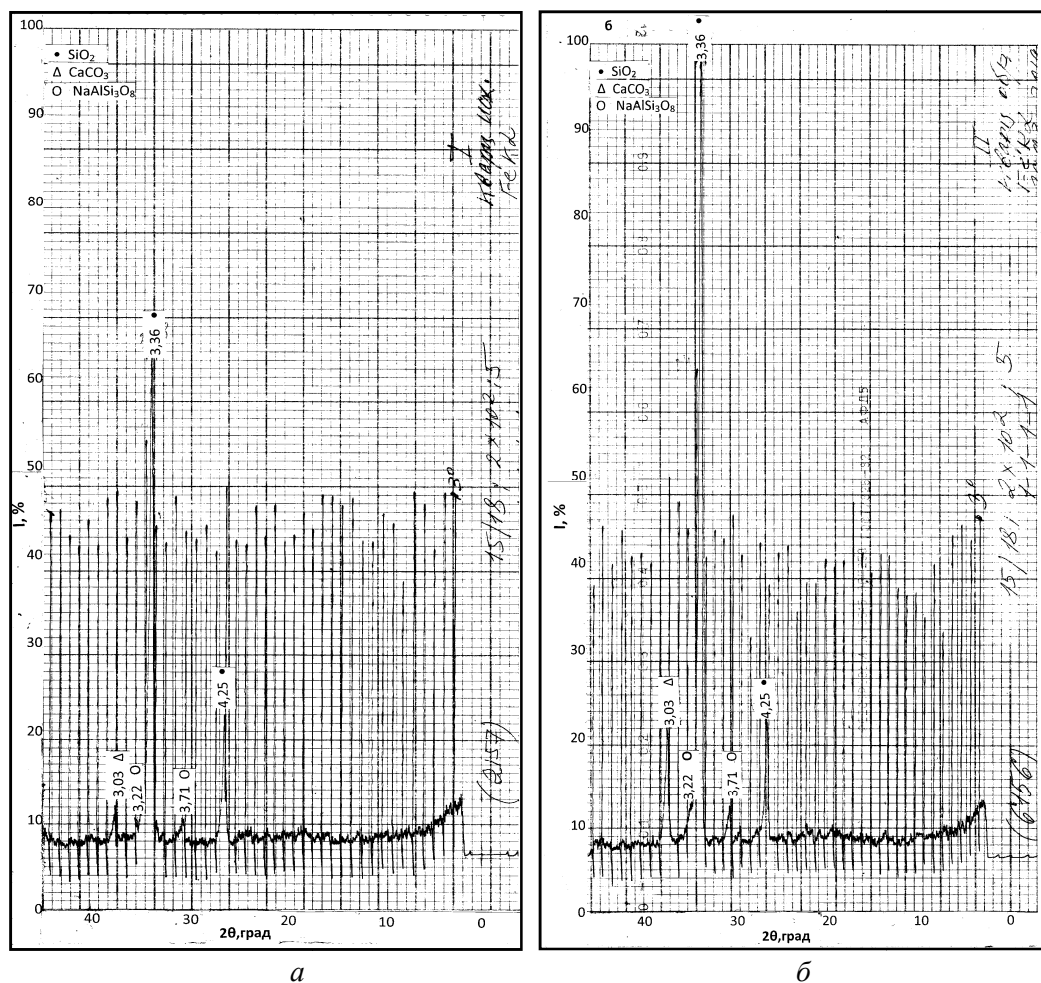


Рис. 4. Дифрактограммы исходного (а) и активированного (б) песка.

На дифрактограммах исходных природных сырьевых материалов (4а) выделяются хорошо разрешенные системы рефлексов, которые свидетельствуют о высокой кристалличности фаз в исследуемом состоянии. Рефлексы, которые соответствуют исходному кристаллическому состоянию, демонстрируют значительное снижение интенсивности по сравнению с образцами подвергнутыми механоактивации (Рис. 4б).

Другим фактором влияния механоактивации является установленное с помощью рентгенофазового анализа, незначительное расширение основного пика кварца, обусловленное деформацией кристаллической решетки и накоплениях в

ней внутренних напряжений, что приводит к аморфизации поверхности кварца и способствует увеличению его реакционной способности [16].

Для более полного понимания особенностей изменений в кварцевом песке в процессе механоактивации интерес представляли ИК-спектральные исследования кремнезема. Для сравнения ИК-спектры представлены на рис. 5 и 6. Линии спектров образцов изменены, что свидетельствует о характере структурных преобразований, и изменении свойств получаемых образцов.

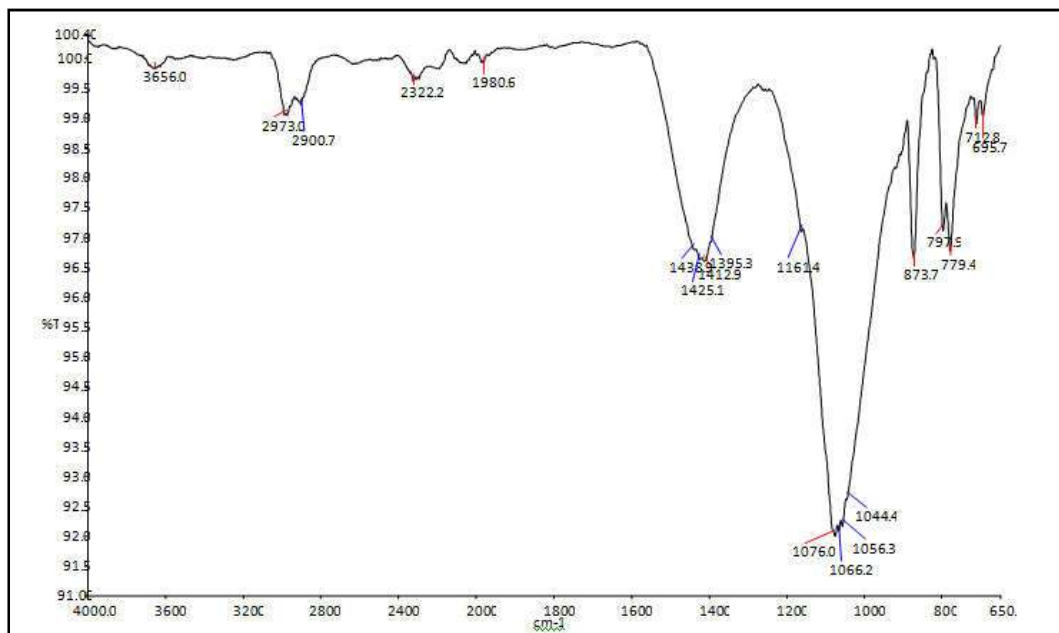


Рис. 5. ИК- спектр исходного кварцевого песка.

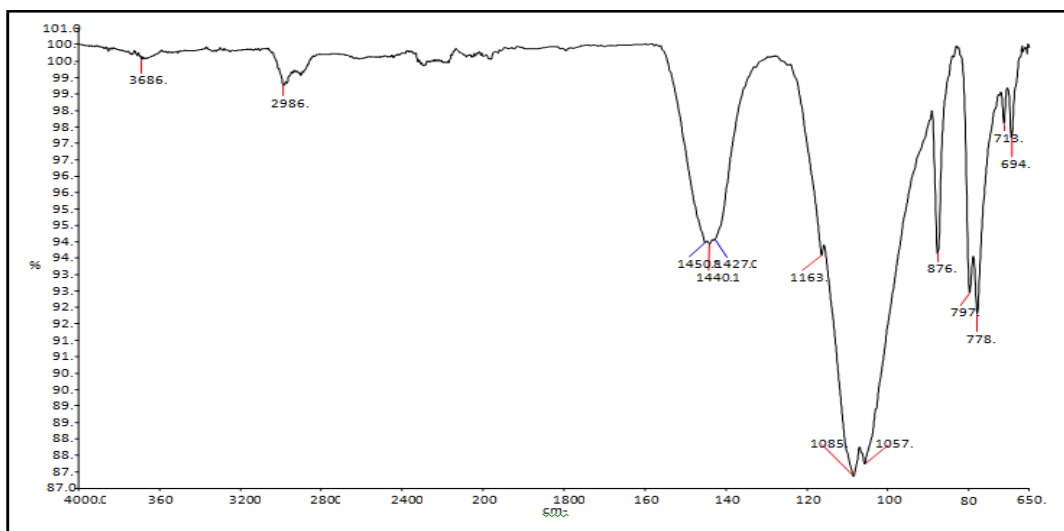


Рис. 6. ИК – спектр активированного кварцевого песка, полученного магнитоожигением.

Исследованные образцы обнаруживают спектральную картину β -кварца: интенсивную полосу в области $1167\text{--}1080\text{ см}^{-1}$, средней интенсивности дуплет $803\text{--}780\text{ см}^{-1}$ и слабую полосу 695 см^{-1} .

Учитывая опыт [6,7] по оценке степени преобразования кварцевых пород нами был определен индекс кристалличности K_i при исследовании структурной неоднородности методом ИК-спектроскопии кварцевых песков. Кристаллическая фаза β -кварца определяется наличием двойного пика поглощения $800\text{--}778\text{ см}^{-1}$. С изменением степени кристалличности вид данного дублета меняется.

Характерный для β -кварца двойной пик ИК-поглощения при 778 и 797 см^{-1} обусловлен фундаментальными колебаниями разного типа симметрии $Si\text{--}O\text{--}Si$ связей в кремнекислородном тетраэдре и именно этот двойной пик можно использовать для получения относительного критерия оценки кристалличности кварца, отражающей степень его изменения [15,16]. Положение этого двойного пика по спектру, средняя интенсивность, отсутствие суперпозиции других полос и большая чувствительность к структурным изменениям предопределили его использование для расчёта индекса кристалличности по формуле [16]:

$$K_i = 10fa/b,$$

где:

f - коэффициент пропорциональности для эталонного кварца (2,8);

a/b - отношение величины слабого пика 778 см^{-1} к его коротковолновому плечу (рис. 7).

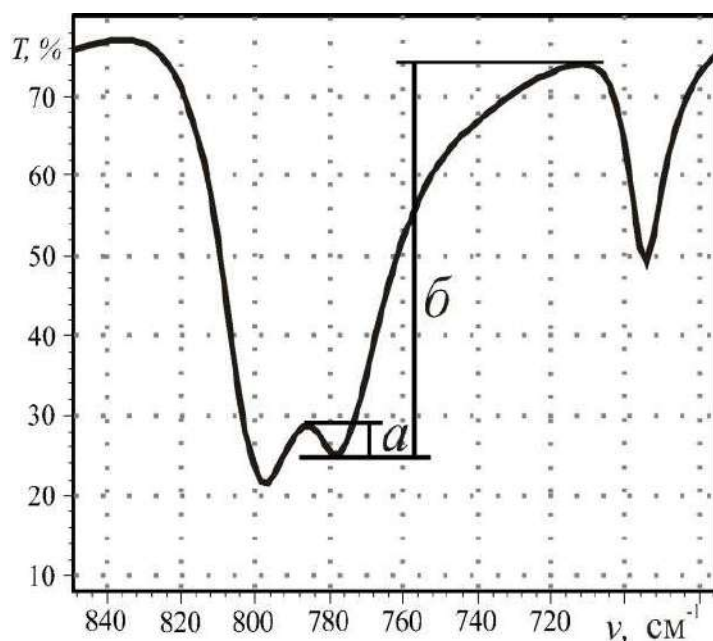


Рис.7 К методике расчёта индекса кристалличности по изменению двойного пика $800\text{--}778\text{ см}^{-1}$ в спектрах инфракрасного поглощения.

В таблице приведена оценка степени преобразования кварцевых песков с помощью определения индекса кристалличности, рассчитанного по параметрам двойного пика в спектрах инфракрасного поглощения по вышеописанной методик.

Образец кварцевого песка	K_i
Кварцевый песок не активированный	10.5
Кварцевый песок активированный	7.0

Индекс кристалличности 7.0, характеризующий кварцевый песок после механической активации в магнитоожигенном слое, свидетельствует о хорошей упорядоченности кристаллической решетки кварца [15,16,17].

В ходе предварительных исследований свойств материалов, подготовленных с использованием приведенных методов замечено, что содержание несвязанного СаО в сырьевой смеси в ходе механохимического воздействия заметно снизилось.

С целью оценки влияния механической активации заполнителя на свойства бетонов была определена прочность при сжатии образцов, содержащих различное количество механоактивированного песка. Установлено, что прочность при сжатии модифицированных образцов, независимо от количества вводимого механоактивированного песка, превосходит прочность при сжатии исходных образцов до 1,5 раз. Лучшие показатели прочности при сжатии наблюдаются у образцов, содержащих 20 масс.% СаО.

Подтверждением повышенной активности кремнезема песка после механохимической активации (магнитоожигением) являются результаты испытания на прочность изделий при взаимодействии с гидроксидом кальция в различных условиях.

Интересные результаты получены при совместной активации песка, кремнеземистого известняка, негашеной извести и кальцинированной соды. Даже при использовании некачественной (потерявшей исходные свойства и подвергнутой старению) извести, получены образцы с приемлемой в строительной практике прочностью на сжатие, порядка 5,6 Мпа [15,16]. При этом формирование опытных образцов проводилось без прессования и автоклавирования, что в значительной мере удешевляет производство силикатных изделий (кирпича, панелей и др.). Эксперименты, проведенные без добавки соды в шихту, показали меньшую прочность, порядка 0,13 Мпа. Использование шаровой мельницы, показывают худший результат по прочности изделия (5,0 и 0,10 Мпа соответственно) и значительно большее время на активацию компонентов шихты.

По данным рентгенофазового анализа состав продуктов твердения представлен, кроме гидроксида кальция и кремнезема, такими минералами как: $C2SH$ (гиллебрандит), $CSH(B)$ и др. Также установлено, что при механоактивации происходит незначительное расширение основного пика кварца, что, вероятно, связано с деформацией кристаллической решетки и частичной аморфизацией кремнезема в системе.

Выводы

1. На основе экспериментальных данных по получению силикальцитных изделий с использованием магнитоожигения во вращающемся магнитном поле на стадии измельчения исходных материалов шихты (песок различных

месторождений, негашеная известь и др.) были сформированы опытные образцы размером 40 x 40 мм и определены их физико-механические параметры. Результаты показали, что при использовании даже некачественной (подвергнутой старению и потерявшей исходные свойства) извести, получены образцы с приемлемой в строительной практике прочностью на сжатие. Образцы бетона, изготовленные из лежалого цемента и цемента подвергнутого активации магнитоожигением, показали марку 300 и марку 500 соответственно.

В ходе исследований свойств материалов, подготовленных с использованием вышеприведенных методов замечено, что содержание несвязанного CaO в сырьевой смеси в ходе механохимического воздействия заметно снизилось.

2. Исследовано влияние механохимической активации кремнеземистых компонентов и активной добавки (песка, извести, углекислого натрия) при получении цементного камня. Повышение активности кремнезема песка после механохимической активации в магнитоожигенном слое подтверждается результатами испытания на прочность изделий при взаимодействии с гидроксидом кальция в различных условиях. Заслуживающие внимание результаты получены при совместной активации песка, негашеной извести и углекислого натрия в магнитоожигенном слое. Прочность сформированного изделия равна 5- 6 Мра, а без добавки углекислого натрия в шихту, прочность, порядка 0,13 Мра. Эксперименты с использованием шаровой мельницы, показывают результаты по прочности изделия (5,0 и 0,10 Мра) при значительно большей продолжительности активации компонентов шихты. По данным рентгенофазового анализа состав продуктов твердения представлен, кроме гидроксида кальция и кремнезема, такими минералами как: C_2SH (гиллебрандит), $CSH(B)$. Установлено, что при механоактивации происходит незначительное расширение основного пика кварца, что, вероятно, связано с деформацией кристаллической решетки и частичной аморфизацией кремнезема в системе.

3. Возможно получение оптимальных структур цементного камня с учетом свойств и минералогического состава исходных компонентов и используемой технологии. Приведены предварительные результаты по обоснованию энергоэффективной технологической схемы получения силикатного кирпича неавтоклавного твердения с применением различных минеральных компонентов и методов активации исходных материалов.

Литература

1. Хинт Й. А. Дезинтеграторный способ изготовления силикатных и силикальцитных изделий. Таллин: Эст. гос. изд-во, 1953. 108 с.
2. Тихомирова И.Н., Макаров А.В. Механоактивация известково-кварцевых вяжущих. Строительные материалы, 2012, №9, с. 4–7.
3. Агзамов Ф.А., Конесев Г.В., Хафизов А.Р. Применение дезинтеграторной технологии для модификации материалов, используемых при строительстве скважин. Часть I. Нанотехнологии в строительстве, 2017, Том 9, № 2, с. 119-137.
4. Агзамов Ф.А., Конесев Г.В., Хафизов А.Р. Применение дезинтеграторной технологии для модификации материалов, используемых в строительстве скважин. Часть II. Нанотехнологии в строительстве, 2017, Том 9, №3, с. 96 – 108.

5. Болога М.К., Сюткин С.В. Некоторые особенности магнитоожигения дисперсных систем. Магнитная гидродинамика, 1981, № 4, с. 3-11.
6. Болога М.К., Буевич Ю.А., Сюткин С.В. Магнитоожигение (препринт) АНМ ИПФ. Кишинев, 1985.
7. Митина Н.А., Верещагин В.И. Строительные материалы на основе активированного кварцевого песка. Известия Томского политехнического университета, 2009, Т. 314, №3, с. 1-4.
8. Андреева А. В., Давыдова Н.Н., Буренина О.Н. Механоактивационная обработка заполнителя для повышения качества мелкозернистого бетона. Куб. ГАУ, 2014, № 101 (7).
9. Балатханова Э.М., Ерофеев В.Т., Баженов Ю.М., Митина Е.А., Родин А.И., Еремин А.В., Адамцевич А.О. Оптимизация состава цементных композитов с применением наполнителей месторождений Чеченской Республики. Вестник МГСУ, 2014, № 12, с. 121—130.
10. Чигарев А.Г., Поддубный А.П. Возможность использования карбонатно-кремнистых пород в качестве активных минеральных добавок при производстве силикатного кирпича. Вестник ВГУ, Серия: Геология, 2010, №1, с. 300-302.
11. Справочник нерудных полезных ископаемых Молдавской ССР. Кишинев: «Картя Молдовеняскэ», 1965. 411 с.
12. Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г. Методы физико - химического анализа вяжущих веществ. Москва: Высшая школа, 1981. 334 с.
13. Накамото К. ИК-спектры и спектры КР неорганических координационных соединений. Москва: Мир, 1991. 535 с.
14. Плюснина И.И. Исследование структурной неупорядоченности халцедонов методом инфракрасной спектроскопии. Доклады Академии наук СССР, 1978, Т. 240, № 4, с. 839-842.
15. Анциферова А.А. Исследование степени преобразования кварцитов методом инфракрасной спектроскопии. Успехи современного естествознания, 2012, №4, с. 17- 18.
16. Демьянова Л.П., Tressaud A., Labrugere C., Durand E., Majimel J., Пецык П.А., Козлов К.Г. Фторирование наноразмерного аморфного кремнезема, полученного из силикатного сырья по фторидной технологии. Fluorine Notes, 2012, Vol. 3(82), с. 3- 4.
17. Светова Е.Н., Скамницкая Л.С. Технологическая минералогия ятулийских кварцевых песчаников Гирвасской площади (Центральная Карелия). Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 16. Петрозаводск: Карельский научный Центр РАН, 2013, с. 109 – 116.

Primit la redacție – 25/09/2019

Карпатские землетрясения за период с 1912 по 1934 годы (макросейсмический каталог)

Резюме

В статье представлены собранные и обработанные макросейсмические сведения для сильных карпатских землетрясений, проявившихся на территории Республики Молдовы в 10-30-х гг. XX века: 25 мая и 7 июня 1912 г., 23 ноября 1928 г., 1 ноября 1929 г. и 29 марта 1934 г. На основе собранных данных построены карты изосейст всех сейсмических событий. Для землетрясений 1929 и 1934 имеются решения механизмов очагов.

Ключевые слова: *Карпатский сейсмический регион, макросейсмика, интенсивность, карта изосейст, механизм очага.*

Macroseismic data for Carpathian earthquakes from 1912 till 1934

Abstract

The article presents the collected and processed macroseismic data for the strong Carpathian earthquakes historically observed on the Republic of Moldova territory in the 10-30s of the XX century: May 25 and June 7, 1912, November 23, 1928, November 1, 1929 and March 29, 1934. The collected data have been used to plot the isoseismal maps of all seismic events. For earthquakes of 1929 and 1934, there are solutions of focal mechanisms.

Keywords: *historical earthquake, Carpathian seismic region, macroseismics, intensity, isoseismal map, focal mechanism.*

Datele macroseismice pentru cutremurele carpatiene în perioada anilor 1912-1934

Rezumat

Articolul prezintă colectate și procesate datele macroseismice pentru cutremurele puternice carpatiene, care s-au manifestat pe teritoriul Republicii Moldova în anii 10-30 secolului XX: 25 mai și 7 iunie 1912, 23 noiembrie 1928, 1 noiembrie 1929 și 29 martie 1934. Pe baza datelor colectate au fost create hărțile macroseismice ale tuturor evenimentelor seismice. Pentru cutremurele din 1929 și 1934, există soluții mecanismelor focale.

Cuvinte cheie: *regiunea seismică carpatică, macroseismica, intensitate, harta izoseistelor, mecanism focal.*

Введение

В 10-30-х годах XX века произошло пять землетрясений, ощущавшихся с разной интенсивностью на территории Республики Молдовы: 25 мая и 7 июня 1912 г., 23 ноября 1928 г., 1 ноября 1929 г. и 29 марта 1934 г. Были собраны сведения из многочисленных источников, описывающих макросейсмическое проявление этих сейсмических событий. Все собранные данные были сопоставлены и оценены по макросейсмической шкале MSK-64.

В таблице 1 приводятся параметры очагов исследуемых землетрясений по данным основных карпатских каталогов.

Таблица 1.

Параметры очагов землетрясений первой половины XX века

Дата	Время	Эпицентр	Глубина очага	Магнитуда	Интенсивность в эпицентре	Источник
	<i>ч м с</i>	<i>N Lat. E Long.</i>	<i>H, km</i>	<i>Ms (Mw)</i>	<i>Io</i>	
25 05 1912	18 02	45,7 27,2	80	5,6	-	1
	18 01	45,8 27,2	100	6,5	8	2
	18 01 52 ± 5	45,8 27,2 ± 0,2	40 (20-80)	6,3±0,1	8±0,5	3
	18 01,7	45,7 27,2	80	6,0	7	4
	18 01 54	45,7 27,2	90	6,4	7	5
	18 01 54	45,7 27,2	90	6,7(w)	7	6
07 06 1912	01 58 ± 1	45,7 26,6 ± 0,5	100 (80-150)	5,5±0,7	6±1	3
	01 58	45,7 26,6	25	5,5	6	5
	01 58	45,7 26,6	100	5,9(w)	6	6
23 11 1928	04 23 12±10	45,7 26,6 ± 0,1	150 (100-170)	5,7±0,5	5,5±1	3
	04 23 12	45,7 26,6	150	5,25	6	4
	04 23 12	45,7 26,6	150	5,3	5,5	5
	04 23 12	45,7 26,6	150	5,7(w)	6	6
01 11 1929	06 47 21±10	45,9 26,5 ± 0,2	150±20	6,6±0,3	7±1	3
	06 57 25	45,9 26,5	160	5,75	6,5	4
	06 57 25	45,9 26,5	160	5,8	6,5	5
	06 57 25	45,9 26,50	160	6,1(w)	6,5	6
29 03 1934	20 06 48	45,7 26,5	150	6,25	7,5	2
	20 06 48±5	45,7 26,5 ± 0,2	140 (100-170)	6,9±0,5	8±0,5	3
	20 06 51	45,8 26,5	90	6,25	7	4
	20 06 51	45,8 26,5	90	6,3	8	5
	20 06 51	45,8 26,5	90	6,6(w)	7	6

Землетрясение 25 мая 1912 г., сопровождаемое афтершоками, ощущалось на территории Румынии, Болгарии, Молдовы и Украины. Основные события из серий толчков произошли 25 мая в 20 ч. 03 м., 22 ч. 15 м., 23 ч. 15 м., затем последовали афтершоки 26 и 27 мая.

И. Атанасиу [7] приводит карты изосейст трёх основных землетрясений на территории Румынии, из которых первое – самое сильное с максимальной интенсивностью в эпицентре 6-7 баллов, второе и третье – с 6 и 5-6 баллов. 25 мая все толчки имели почти совпадающие эпицентральные зоны. Эпицентр переместился из Фокшан в Мэрешешть 26 мая.

В Атласе [8] на карте, составленной Н.В. Шебалиным, показаны лишь изолинии 4-7 баллов без населённых пунктов.

Имеется карта макросейсмического проявления основного толчка на территории Болгарии [9].

Приводится схема изосейст землетрясения 25 мая в книге [10] и описание проявления данного события на территории Молдовы и Украины в 14 населённых пунктах.

Е.А. Сагалова [11] определила координаты эпицентра первого толчка по данным из бюллетеней 21 станции, время в очаге, глубину очага и магнитуду.

На территории Румынии в городах Фокшаны, Мэрешешть и Одобешть оказались не только разрушенными дома, но были и человеческие жертвы. Были разрушения и в Рымникул-Сэрат [1].

В Бухаресте колебания были интенсивностью в 3-4 балла.

Землетрясение ощущалось по всей Молдове: в Кишинёве в течение 8-10 сек., в Тирасполе 10-12 сек. и в Сороках два толчка около 12 сек.

На территории Украины наиболее сильно проявилось в населённых пунктах: Аккерман, Троянов Вал и Одесса.

В Болгарии проявилось на северо-востоке страны.

Землетрясение 7 июня 1912 г. охватило сотрясениями восток Румынии, север Болгарии, большую часть Молдовы и Одесскую область Украины. Ощущалось в пунктах Васлуй, Роман, Пятра-Нямц, Фэлчиу. В Кишинёве оно проявилось в виде довольно сильного толчка с отчетливым гулом. В селе Распоены Оргеевского уезда обрушилась часть строящегося здания и задавила двух рабочих. В Тирасполе ощущалось сильнее, чем это было 25 мая.

Землетрясение, происшедшее ранним утром 23 ноября 1928 г. сильнее всего ощущалось в Фокшанах и Галаце. Сотрясениями была охвачена и вся Добруджа. Ощущалось на севере Болгарии, в Молдове и на юго-западе Украины. Карты изосейст в известных источниках не имеется.

Далее следует землетрясение 1 ноября 1929 г., которое было зарегистрировано 51 сейсмической станцией мира. Карта изосейст, построенная И. Попеску и пересмотренная Н.В. Шебалиным, имеется в Атласе изосейст [8] без указания названий пунктов-баллов. Сильнее всего ощущались колебания на территории Румынии в районе Бузэу–Фокшаны, а также в Добрудже. Ощущалось на территории Молдовы в Кишинёве, Тирасполе, Бельцах и Оргееве. В книге [9] приводится карта пунктов-баллов для территории Болгарии с линиями изосейст.

Землетрясение 1929 г. было сильно ощутимо на большом пространстве, но не спровоцировало материального ущерба вследствие большой глубины, на которой оно произошло. Это землетрясение было особенным в истории мировой сейсмологии, поскольку оно было использовано в сейсмологических исследованиях Джеффриса Г. для демонстрации существования землетрясений с подкоровыми очагами на большой глубине. Вплоть до 20-30 годов XX века не было сведений о возникновении землетрясений на глубине большей, чем 25-30 км. [12]

Землетрясение 29 марта 1934 г. ощущалось в Румынии, Болгарии, Молдове и на Украине вплоть до Львова, Житомира, Киева, Кривого Рога. Газеты «Бессарабское слово» и «Бессарабская почта» посвятили его описанию несколько заметок.

Схема изосейст и макросейсмические сведения в 20 населенных пунктах Румынии и Молдовы приведены в [7]. В Атласе [8] приводится карта изосейст землетрясения 29 марта 1934 г., составленная А. Друмя и В. Поповым. Имеется карта макросейсмического проявления колебаний на территории Болгарии [9].

Максимальная интенсивность отмечена в районе Фокшаны – Рымникул-Сэрат – Бырлад – Галац. Город Бырлад имел такой вид после землетрясения, как будто только что подвергся жестокой бомбардировке тяжелой артиллерией. В Бакэу во многих домах и правительственных учреждениях дали трещины стены и потолки, 8 человек ранено. В Бухаресте ощущалось два толчка, первый слабый, второй сильный, сопровождались мощным гулом. Разрушено два дома, ряд повреждений в капитальных зданиях. В Галаце из подходившего к станции поезда во время землетрясения выпрыгивали люди. Обрушивались потолки в домах. Имелись раненые. Дунай сильно бурлил во время и после землетрясения.

В Кишинёве третий толчок был так силен, что многие капитальные здания сотрясались до основания и получили значительные повреждения. Обрушивались дымоходы, обваливались карнизы. В Бельцах сильно качалась труба фабрики.

В Измаиле отмечено два толчка, один дом рухнул, и 10 получили сильные повреждения. В Одессе ощущалось довольно сильно.

Макросейсмические данные о землетрясении 25 мая 1912 г.

Вечером 25 мая во многих местностях юго-западной России ощущались значительные толчки, представляющие отдаленные проявления землетрясения, эпицентр которого находился в Карпатах, в районе Вранча. Элементы землетрясения определены по инструментальным данным. С наибольшей силой оно проявилось на западе, вне пределов России. В *Яссах* ощущалось в виде двух толчков с предшествующим сильным гулом, и в сопровождении волнообразного колебания почвы, не причинившего, однако, вреда. Но южнее, в г. *Фокшаны* и в местностях *Мэрэшешти* и *Одобешти*, не только оказались разрушенными дома, но были и человеческие жертвы. В *Рымникул-Сэрате* также были разрушения.

На территории юго-западной России землетрясение проявилось следующим образом. В *Тирасполе* направление движения было с востока. Повреждений зданий не было. Сильно звенела посуда в шкафах; качались паникадила, в церкви. Продолжалось землетрясение 10-12 сек. В *Ольчедаеве* (теп. Винницкая обл.) землетрясение продолжалось несколько секунд. Дрожали двери, неустойчивые предметы качались. В *Терновке* Тираспольского района землетрясение продолжалось с перерывом около 20 мин. Толчки были настолько сильны, что в некоторых домах падала с полок посуда, разбились стекла в окнах.

В *Кишиневе* землетрясение длилось 8-10 сек. Наблюдалось качание ламп и паникадил в церквях, звон посуды. Направление - с запада на восток. Толчки были не особенно сильные. Наблюдалось качание ламп и паникадил в церквях, звон посуды. В *Сороках* землетрясение продолжалось около 12 сек. Мебель и другие предметы сдвигались с мест. На ст. *Троянов Вал* Юго-западной ж.д. землетрясение продолжалось 7 сек. Был слышен гул и наблюдалось качание предметов. На ст. *Крыжополь* Юго-западной ж.д. землетрясение длилось 35 сек. В м. *Калараш* (теп. Молд. ССР) землетрясение вызвало качание ламп и дрожание посуды. В *Одессе* люди ощущали землетрясение в верхних этажах зданий. В некоторых квартирах падали на пол картины, статуэтки, шатались столы, падали на пол конторские книги. На телефонной станции мигали электрические лампочки, в Михайловском монастыре несколько раз сам собой ударил колокол. Землетрясение слабо ощущалось отдельными лицами в *Каменец-Подольске*, *Могилеве*, *Ушице*, *Умани* и *Киеве*. Это же землетрясение наблюдалось в *Снятыне* (Западная Украина), где продолжалось 12 сек. [1]

1912, май 25 – 18^h03^m. Одно из самых больших землетрясений, происходивших в области Вранча. Ночью, а также в течение нескольких следующих дней последовал ряд отголосков. Максимальная интенсивность в районах *Рымникул-Сэрат*, *Путна*, *Видра* и *Фокшань* – 9 баллов. Охватываемая территория: между Олтом на западе, Прутом и Черным морем на востоке и *Дорохой* – на севере. Большой ущерб в *Видре*, *Фитионеишь*, *Одобешть*,

Фокшань. Ощущалось также в районах *Чук* и *Трей-Скауне* в Трансильвании с интенсивностью 4-6 баллов. Эпицентр вероятно в $\varphi = 45^{\circ} 52'$ и $\lambda = 26^{\circ} 43'$. [13]

1912, 25 мая 20^h 3^m Землетрясение с эпицентром в *Фокшань*, где достигло IX баллов. В Добрудже – на севере V баллов, IV балла на юге. [14]

Землетрясение произвело наиболее сильный эффект в *Фокшанах* и *Мэрешештах*, где наблюдалось изменение уровня земной поверхности, трещины и формирование кратеров, наполненных песком. Много домов в Фокшанах было разрушено. Жители Фокшан были испуганы сильным шумом, как из-под земли, который сопровождал землетрясение. Колебания сильно ощущались и в Бухаресте, где народ выбежал на улицу. [12]

Фокшаны. Разрушены дома, были человеческие жертвы.

Яссы. Два толчка и волнообразное движение почвы. Повреждений в городе не было.

Кишинёв. Довольно слабый толчок, сменившийся дрожанием, затем более сильный толчок, перешедший в легкое колебание почвы в течение 3-4 секунд. Продолжалось 8-10 секунд. Звенела посуда, колебались жидкости, качались лампы, паникадила. Указание на повреждение многих зданий в городе следует считать не соответствующим действительности, так как землетрясение на юге России не отличалось сколько-нибудь значительной силой.

Калараш. Качались лампы, дрожала посуда.

Троянов Вал. В течение 7 секунд качались предметы в направлении с юго-юго-востока на север-северо-запад.

Дойбаны. Дрожали двери, звенела посуда.

Рыбница. Звенели лампы на столах, мебель сдвигалась с места. Продолжительность – не более одной минуты.

Ягорлык. Стол и шкаф в почтовом отделении сдвинулись с места. В аптеке звенела посуда.

Крыжополь. Отчетливое землетрясение в течение 35 секунд.

Каменец-Подольский. Сотрясение почвы в течение нескольких секунд.

Сороки. Два толчка. Мебель и другие предметы сдвинулись с места. Длилось около 12 секунд.

Одесса. Отмечено во многих пунктах города, особенно в верхних этажах зданий и на балконах. В квартирах сдвигалась мебель, колебались стены и потолки, падали вазоны с цветами, качались висячие лампы. Люди ощущали землетрясение как качку на пароходе. В здании театра отвалилась штукатурка. Продолжительность – около 2-3 секунд. [15]

Разрушительное землетрясение в г. *Фоксани*. Разрушено много зданий. [16]

Тирасполь. 25 мая (12 по ст. ст.) в субботу, ровно в 8^h 00^m по местному времени, я находился у себя в кабинете во 2 этаже каменного дома и, стоя у письменного стола, зажигал на нем лампу. Вдруг я услышал какой-то гул, шедший, как мне показалось, из комнат на нижнем этаже дома, под кабинетом. По гулу этому, весьма явственному и весьма похожему на грохот проезжающей вдаль тяжелой телеги, - постепенно присоединилось дрожание всего здания (сначала мне показалось, что дрожат мои колени ног, на которых я стоял), а стоящие на книжных шкапах кабинета разные вещи: медная колонка от астрономической трубы, глобусы, части скелетов и проч. – стали трястись настолько сильно, что я опасался падения их на пол. Сообразив, что это

землетрясение, я быстро взглянул на часы, стоявшие на письменном столе, было ровно 8 часов вечера. Явление землетрясения продолжалось секунд 10-12 и по шкале Росси-Фореля его можно оценить баллам IV, а направление было с E на W.

Выйдя во двор, я стал расспрашивать разных лиц, находившихся во дворе в момент землетрясения. Одна женщина, стоявшая под железной крышею навеса, по ее словам, думала, что шумит дождь на этой крыше, когда услышала гул землетрясения.

Реалист IV класса также слышал подземный гул и ощущал толчки почвы, сидя на скамье на улице с W стороны дома; по его словам, волна землетрясения пришла с W. Одно лицо, бывшее в церкви в то время, сообщил мне, что при землетрясении церковное паникадило закачалось, а гул шел с S. В одной из квартир, во 2 этаже того дома, где живу и я, во время землетрясения стеклянная посуда в сделанном в толще каменной стены шкапу на столько сильно дребезжала и подпрыгивала, что девочка хозяев квартиры стала даже поддерживать полки, боясь что содержимое их вывалится на пол. Дверцы этого же шкапа, стоявшего лицом на W, незапертые на замок, открылись сами от сотрясения почвы. Волна шла с E на W. На другой день в 7^h 17^m произошло новое землетрясение, но более слабое, чем вчера; оно продолжалось всего секунды 4. [17]

Аккерман. 12 мая в 8 ч. 05 мин. некоторые жители в течение нескольких секунд ощущали легкое колебание почвы. Во многих домах явно замечалось дребезжание оконных стекол и неестественные порывистые колебания маятников у стенных часов. [18]

Одесса. Ощущался легкий толчок. Сейсмостанция не отметила наблюдений во многих местах. В некоторых квартирах падали со стен картины, статуэтки и другие легкие предметы. В канцелярии сыскного отдела зашатались столы.

В *Умани* ощущалось в течение 2-3 сек. колебание почвы. [19]

В 8 ч. 6 м. 20 с. Вечера ощущалось в *Одессе* колебание почвы. Землетрясение чувствовалось особенно рельефно в верхних этажах домов. Наблюдавшееся вчера землетрясение, как нам удалось выяснить, сопровождалось рядом сотрясательных и колебательных движений. Продолжалось оно не более 4-5 секунд, и закончилось как бы постепенно, не сразу. В верхних этажах толчок был настолько заметный, что двигалась мебель, качались висящие лампы, люстры, звенели стекла. Передают, что в Михайловском монастыре от толчка несколько раз ударил колокол. На телефонной станции задвигались аппараты, что, естественно, вызвало переполох среди телефонисток. [20]

Сильное впечатление произвело наблюдавшееся вчера явление среди населения.

Сороки. В 19 час 55 мин ощущалось землетрясение. В 23 часа ощущалось вторичное, маленькой силы. [21]

Фокианы. Разрушено много зданий, среди жителей паника.

Кишинев. Особенно сильное землетрясение по сравнению с окружающими пунктами (Одессой, Могилевом-Подольским и др.).

Ягорлык. Сообщение о колебаниях почвы.

Сороки. Довольно сильное землетрясение.

Одесса. Качались висячие лампы, звенели стекла [22].

По А. Флоринеску эпицентр имеет координаты $\varphi = 45,9$ и $\lambda = 26,7$. И. Попеску даёт $\varphi = 45,8$ и $\lambda = 27,2$ (центр 9-бальной изосейсты). А. Ретли приводит

лишь координаты местности на территории Венгрии, где наиболее сильно ощущалось землетрясение (*Кездисенткерест*, $\varphi=46^{\circ}04'$ и $\lambda=26^{\circ}10'$, $5-6^{\circ}$). Б. Гуттенберг по инструментальным данным получил $\varphi = 45^{\circ} \frac{3}{4}$ и $\lambda = 27^{\circ} \frac{1}{4}$, $h=100$ км.

Попеску приводит изосейсты этого землетрясения. Беря во внимание их форму, автор связывает это землетрясение с поверхностным очагом: изосейсты направлены с севера на юг, что отличается от карпатских глубокофокусных землетрясений с направлением изосейст с юго-запада на северо-восток. [14]

По данным А.П. Герасимова, 5-балльная изосейста охватывает *Одессу*, *Кишинев*, *Сороки*, *Терновку* и др., т.е. на северо-восток. По болгарским ведомостям, это землетрясение силой 4 балла ощущался в городах *Никополь*, *Разград*, *Кеманлар* и др., расположенных на расстоянии 100 км к юго-западу от Бухареста.

Макросейсмические сведения о положении эпицентра этого землетрясения довольно противоречивы. Данные, собранные из бюллетеней 21 станции, об этом землетрясении позволили уверенно определить его сейсмические элементы.

Эпицентр, определенный способом эпицентральной и подтвержденный другими способами, имеет координаты $\varphi = 45,7^{\circ}$ и $\lambda = 27,2^{\circ}$. Время возникновения землетрясения, по данным 15 станций, – 18 h 01m 52 s \pm 2. [11]

В Новом каталоге [9] Н.В. Шебалиным глубина этого землетрясения оценена в 40 км. Что представляется нам наиболее адекватным значением.

Пользуясь основными источниками и другими архивными материалами, на основе 105 пунктов-баллов мы построили карту изосейст главного события 25 мая 1912 года (рис.1).

По конфигурации изосейст и скорости затухания интенсивности колебаний очевидно, что это типично коровое землетрясение, схожее с событием 22 ноября 2014 года. Область максимального макросейсмического проявления интенсивностью 6 баллов совпадает с эпицентральной областью, в отличие от промежуточных вранчских землетрясений, когда локальные плейстосейстовые области сдвинуты от эпицентра на северо-восток или юго-запад.

Северо-восточная граница ощущаемости доходит до Киева, северо-западная за Снятыном и Каменцем-Подольским. Область четырёх-балльной интенсивности достигает Чёрного моря и переходит р. Днестр. Хорошо ощущалось по всему северо-востоку Болгарии. 25 мая все толчки имели почти совпадающие эпицентральной зоны, 26 мая эпицентр переместился из Фокшан в Мэрешешть.

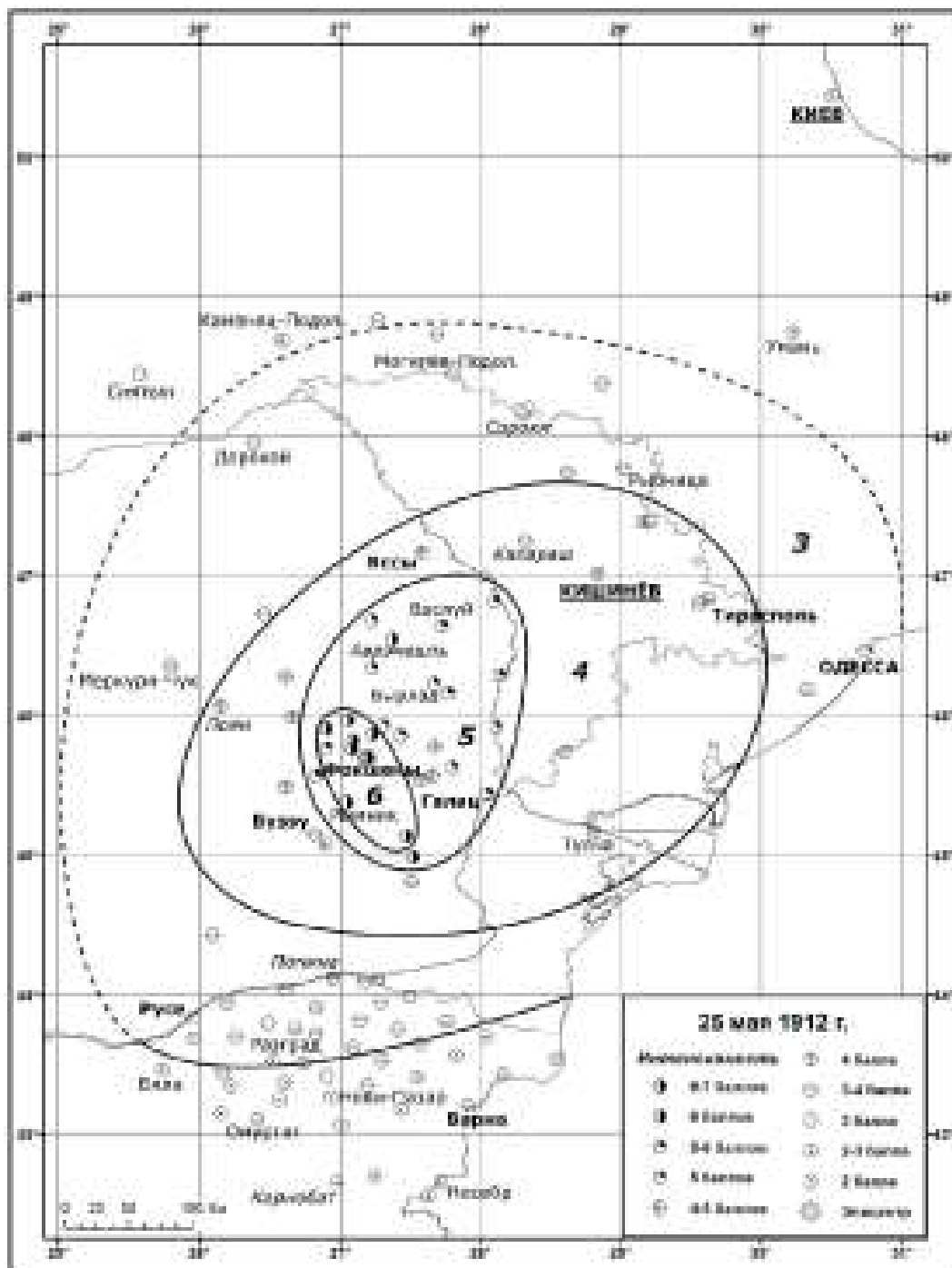


Рис. 1. Карта изосейст землетрясения 25 мая 1912 г.

Макросейсмические данные о землетрясении 7 июня 1912 г.

1912 г, июнь, 7, 01^h 58^m. Довольно сильное землетрясение, охватившее значительный район. В *Тирасполе* оно ощущалось в виде ряда толчков, вызвавших колебание кроватей, стульев, шкафов и висячих предметов. Продолжительность 15-20 сек. В *Одессе* ощущалось два толчка. Кое-где обвалилась штукатурка, дрожали окна, качались люстры, лампы. Особенно сильно сказалось это землетрясение в *Кишиневе*, так как здесь после землетрясения иссяк источник, питавший главный городской водопровод. Землетрясение проявилось в виде довольно сильного толчка с отчетливым гулом. Двери открывались, предметы обстановки дрожали. Землетрясение ощущалось в *Терновке* Тираспольского района, в нескольких пунктах Белецкого района, в м. *Раскоцены (Располены)* Оргеевского района, на ст. *Троянов Вал*. Ощущалось также в Румынии, Трансильвании, на севере Болгарии и на побережье Черного моря. [1]

Фэлтичень – 4 балла, *Ботошаны* и *Дорохой* – 3 балла. [7]

1912 июнь 7 - 1^h 58^m. Землетрясение с тем же эпицентром, что и 25 мая, и с той же охваченной территорией: районы Прахова, Илфов (на западе), Нямцу, Роман, Васлуй, Фэлчу (на севере), побережье Черного моря (на востоке). Это землетрясение ощущалось также в Бессарабии и северной Болгарии. Отмечено в Трансильвании в районе Трей-Скауне. [13].

7 июня, 3^h 58^m Землетрясение с вероятным эпицентром на юге Молдавии, ощутимое и в Добрудже, в жуд. Констанца: *Корбул де Сус* и *Остров* – IV; *Олтина* – III. В жуд. Тулча: *Бабадаг*, *Мэчин* и *Тополог* – IV; *Черна*, *Тулча* и *Сарикей* – III. [14]

5 баллов в *Тирасполе*, в *Одессе* 4-5 баллов, в *Кишинёве* – 5 баллов (по Росси-Форелю).

В *Кишиневе* после этого землетрясения иссяк источник, питавший городской водопровод. Плохо притворенные двери поворачивались на петлях и широко раскрывались, предметы обстановки дрожали. Толчки продолжались около 2 мин. 20 сек., шли с Е на W. Сила – около 5 баллов. В некоторых пунктах Бельского уезда (Бессарабской губернии) в зданиях появились трещины. В м. *Раскоцены (Располены)* Оргеевского уезда обрушилась часть стен новостроившегося здания и задавила двух рабочих. [15]

Тирасполь. 7 июня (25 мая 1912 по ст. ст.) 1912 г., в пятницу, в 3^h 58^m 30^s утра, произошло землетрясение, продолжительность его 15-20 сек.; направление волны с Е на W; сила явления, по шкале Росси-Фореля равна V баллам; следовательно, оно было сильнее землетрясения, наблюдавшегося здесь 25 (12) мая с.г., равного по той же шкале баллу IV, - и относится, вероятно, к тектоническим.

Один из очевидцев явления 7 июня, во время его сидел на стуле и обувался, - его сильно качнуло в направлении с Е на W; стекло его лампы только потому не упало на пол, что прислонилось к стене.

Одна дама была разбужена продольным качанием ее кровати, стоящей и двигавшейся в напр. E-W. Оба эти случая произошли на 2-м этаже каменного дома. В нижнем же этаже других зданий, замечено колебание книжных шкафов и сильное сотрясение стеной лампы. П.В. Роговский. [17]

Тирасполь. Сегодня в 4 ч. утра ощущалось землетрясение. Последовало два подземных толчка, и почувствовались с промежутком в 1 секунду колебания с юго--запада на северо-восток. Колебания были настолько сильны, что разбудили спящих. Висячие лампы и часы дребезжали, равно звенела и посуда в буфете.

Измаил. В 4 часа пополудни вновь ощущалось волнообразное землетрясение, продолжавшееся минуту и сопровождавшееся сильными толчками. [23]

На основе собранных в 24 пунктах сведений построена карта изосейст землетрясения 7 июня 1912 года (рис. 2).

Землетрясение ощущалось на востоке Румынии, Добрудже, на большей части территории Республики Молдовы и в Одесской области Украины. Сведений о проявлении на территории Болгарии найти не удалось.

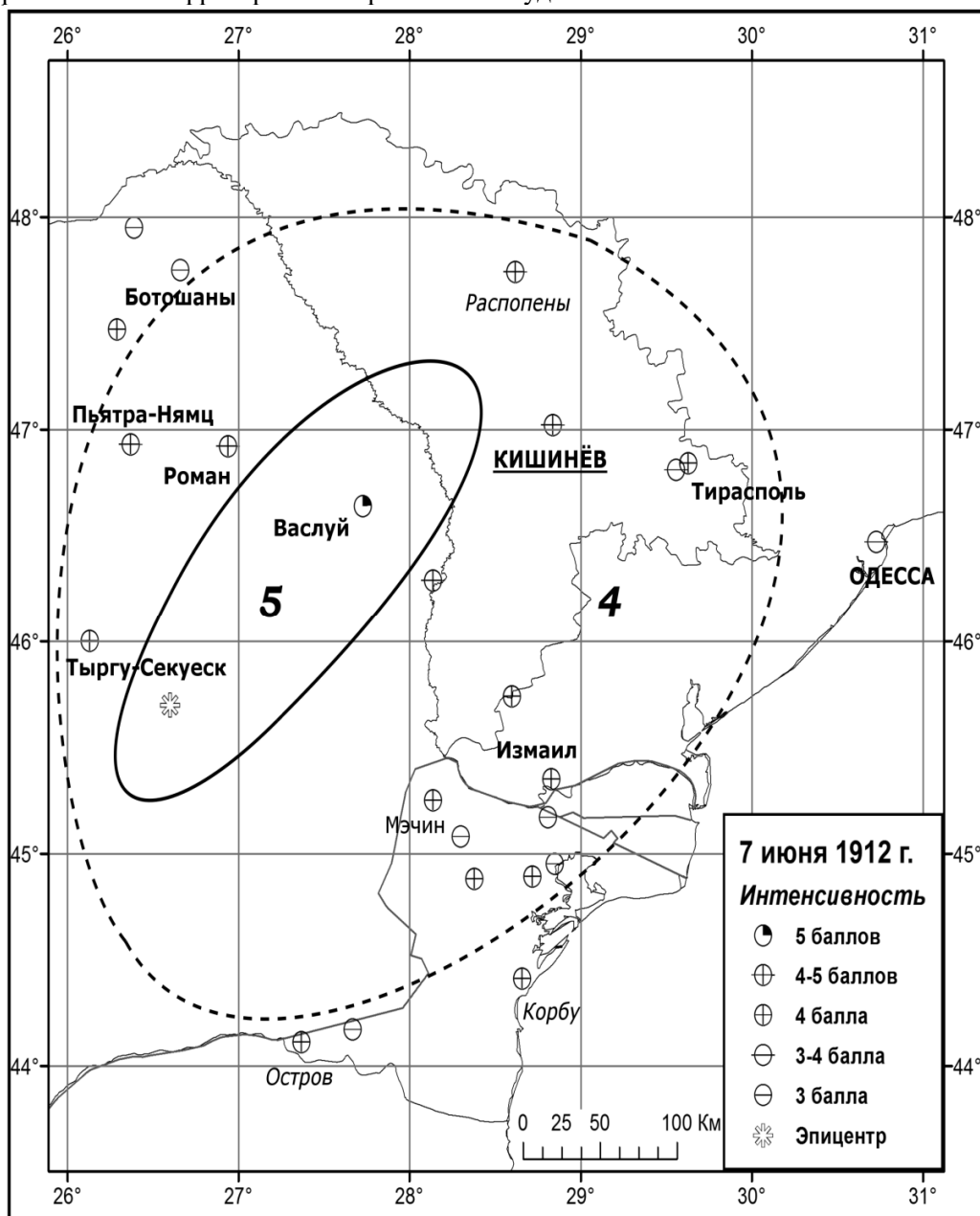


Рис. 2. Карта изосейст землетрясения 7 июня 1912 г.

Макросейсмические данные о землетрясении 23 ноября 1928 г.

Фокшаны. Сегодня в 06 час. 24 мин. утра ощущалось сильное сотрясение Земли, сопровождавшееся подземным гулом. Колебания почвы продолжались около минуты. В 06 час. 25 мин. произошел второй, а через две минуты третий удар. Эти удары были слабее. Население в панике высыпало на улицы. Машины электростанции резко остановились, и город погрузился во мрак.

Бухарест. В 06 час. 24 мин. сейсмостанция обсерватории отметила землетрясение, которое определяется баллом 4 с близким эпицентром. В столице удар ощущался особенно сильно на главной почте, где произошла паника среди персонала.

Яссы. Сегодня утром в районе Смирны произошло два сильных подземных толчка. Сообщают о крупных материальных повреждениях.

Землетрясение, в Бессарабии. Вчера в 06 час. 24 мин. в *Кишиневе* ощущался сильный подземный толчок. Землетрясение продолжалось 2-3 сек. Во многих домах задребезжали стекла и зазвонили звонки. Такой силы подземный толчок в *Кишиневе* уже давно не ощущался.

Из *Тигины* нам телеграфируют, что в это же самое время и там ощущался подземный толчок. Такие же сообщения получены нами из *Калараша* и *Бельцы*.

Галац 24 11. Вчерашнее землетрясение в *Галаце* вызвало сильную панику среди населения. Подземные толчки продолжались 48 минут. Многие здания получили значительные повреждения. На улице Бреллы обвалился наполовину большой дом. Жильцы выбежали на улицу в одном белье. В *Фокшанах* и *Констанце* также ощущались сильные удары. Некоторые здания потерпели сильные повреждения.

Землетрясение носило местный характер. По данным Бухарестской обсерватории землетрясение носило, по-видимому, местный характер. Подземные толчки ощущались только к востоку от Карпат, а именно: в старом королевстве, Бессарабии и Добрудже. Особенно сильные удары ощущались в районе *Фокшан* и *Рымнике Сарата*. Известно, что этот район подвержен время от времени землетрясениям. [24]

Фокшаны. Вчера 06 час. 24 мин. ощущалось сильное землетрясение, продолжавшееся 1 мин. Землетрясение сопровождалось сильным подземным гулом. На электростанции были немедленно остановлены все моторы. Город погрузился в глубокую темноту. Население в ужасе выбегало на улицы. Немногим позднее было зарегистрировано еще 2 других подземных толчка, слабее, нежели первый.

Бухарест. В 06 час. 24 мин. в Бухаресте ощущался подземный толчок, продолжавшийся 20 сек.

Яссы. Столичная обсерватория дала коммюникат, в котором сообщала, что сейсмографический аппарат зарегистрировал сегодня в 06 ч 24 м довольно сильное землетрясение. Зарегистрировано также в *Констанце* и *Одобештах*, где продолжалось 30 сек.

Сильный подземный толчок в *Кишиневе*. Вчера в 06 ч 24 м *Кишинев* был разрушен довольно сильным подземным толчком с характерным шумом. Вздрыгнули стены домов, задребезжала посуда в шкафах, подбросило спящих в кроватях. Многие, впрочем, благополучно проспали этот момент». [25]

23 ноября, 6 ч 20 м. Землетрясение с эпицентром вероятно между *Галацем* и *Сулиной*, в районе дельты, ощущалось по всей Добрудже. [14]

Сотрясения более сильные в Бессарабии и Добрудже, в Румынии слабее.

Кишинев. 6 ч. 20 м., 4 балла по шкале Росси-Форея. Продолжительность 20 сек. Направление сотрясений с NE на SW.

Костюжены. Два сотрясения, разделенных тремя минутами.

Тулча, Саскут, Текуч, Драгушень, Лупешть, Коджельк, Какомянка, Гривица, Чептура – два сотрясения в 3 балла.

В *Одессе* два толчка, ощущалось в *Тирасполе*. [16]

Болгария. 23 ноября, 06 ч 20 м. *Никопол IV; Гара-Самуил IV; Разград IV; Русе III* [26]. Данные пересмотрены по шкале MSK-64 и понижены на 1 балл.

По полученным данным на основе 27 пунктов-баллов нами построена карта изосейст (рис. 3). Это событие относится к промежуточным вранчским с интенсивностью в эпицентре 5-6 баллов. Ощущалось на востоке и юге Румынии, на севере Болгарии, в Молдове и Одессе.

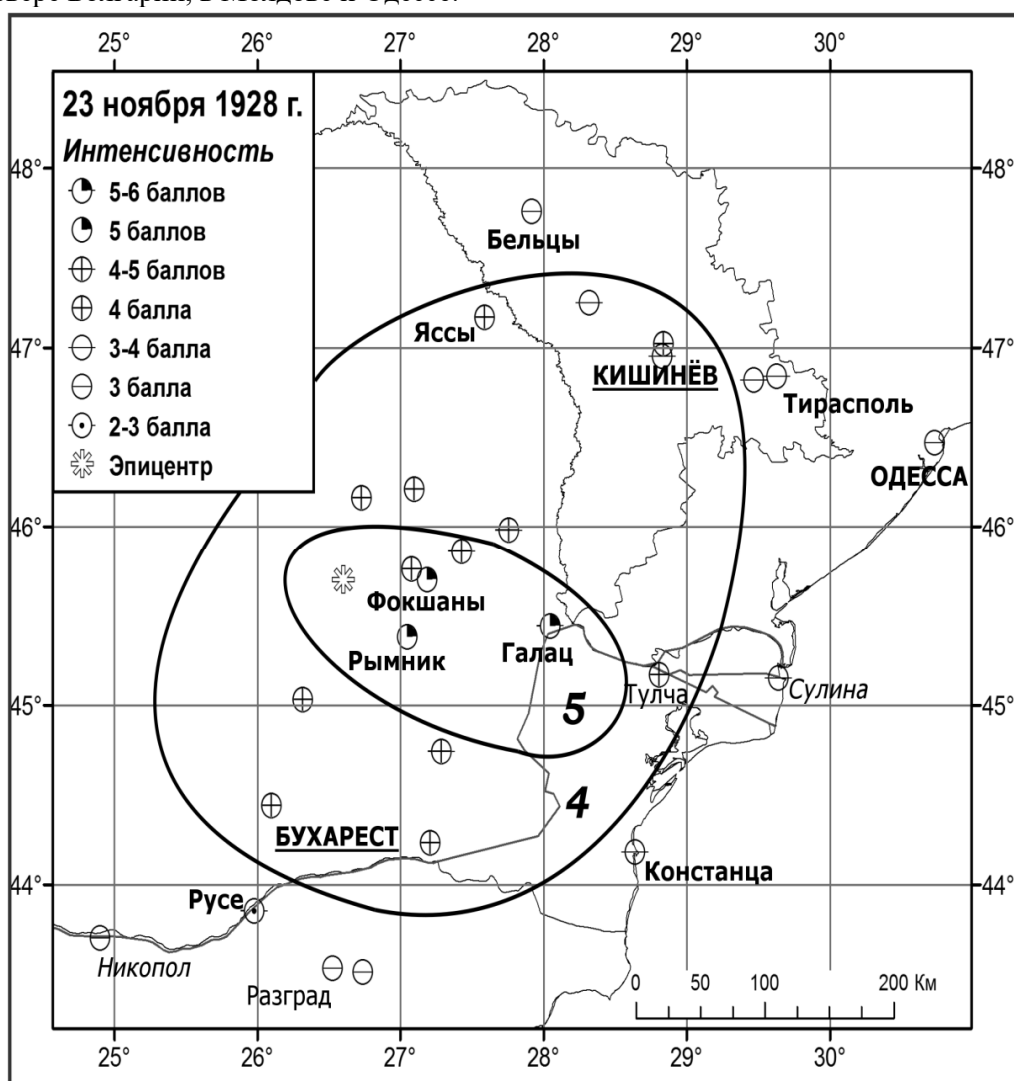


Рис. 3. Карта изосейст землетрясения 23 ноября 1928 г.

Макросейсмические данные о землетрясении 1 ноября 1929 г.

Бухарест Население города пережило сегодня несколько тревожных минут. В 9 часов утра в столице ощущалось сильное землетрясение. Дома так сильно раскачивались, что казалось, что они рушатся. Особенно сильно ощущалось лицами, находившимися в многоэтажных домах. Колебания были настолько сильны, что пешеходы ощущали его под ногами. Люди в панике выбегали из зданий, дома дали трещины. Даже такая постройка, как министерство финансов, дала трещины в нескольких местах. В торжественном зале примэрии обвалился потолок. В католической церкви святого Иосифа (ул. генерала Бартело) сорвалась часть статуи, изображавшей св. Деву и ангела, при ее падении убило проходившую женщину.

Землетрясение испортило все аппараты метеорологической станции. Удалось все же выяснить, что землетрясение началось в 08 час 58 мин, имея силу в 8 баллов. Землетрясение сопровождалось сильным подземным гулом.

В *Плоештах* обрушился потолок в одной из школ, ранив учеников. В столичном приюте д-ра Зигуры для сирот обвалился потолок. За несколько минут до землетрясения с военного аэродрома в Пипера поднялись для пробных полетов несколько авиаторов. Они рассказывают, что во время землетрясения у них было ощущение, что небо разрывается, и они падают. Летчики настолько растерялись, что с трудом удержали аппараты от падения.

В *ЧернавODE* первое землетрясение ощущалось в 4 ч. ночи. Землетрясение было таким сильным, что большой каменный склад цементной фабрики вышиной в 14 м совершенно разрушен. В 9 ч. утра подземные толчки повторились и продолжались 23 сек., а спустя несколько минут было третье землетрясение, продолжавшееся около 10 сек. [27]

Землетрясение с эпицентром в районе *Бузэу – Фокшань*. Ощущалось и в Добрудже. [14]

Кишинев. Вчера в 08 ч 45 м в городе чувствовались подземные толчки. Колебание почвы продолжалось свыше двух сек. В закрытых помещениях землетрясение было чувствительнее, чем на открытом воздухе. Во многих домах тяжелые предметы сдвинулись со своих мест, слышен был звон посуды и дребезжание стекол. Старожилы утверждают, что уже много лет не чувствовали такого землетрясения.

Из *Тигины, Оргеева, Бельц* передают о том, что там чувствовались подземные толчки, вызвавшие в некоторых местах панику. [28]

По полученным данным в 43 пунктах построена карта изосейст землетрясения 1 ноября 1929 года. Из-за скудости сведений по Румынии удалось уверенно очертить лишь зоны в 5 и 6 баллов. Они охватывают значительную территорию Румынии, включая Бухарест, до границы с Болгарией. В Республике Молдове землетрясение проявилось от 3 до 5 баллов. Ощущалось на большей части территории Болгарии. По Украине сведений нет.

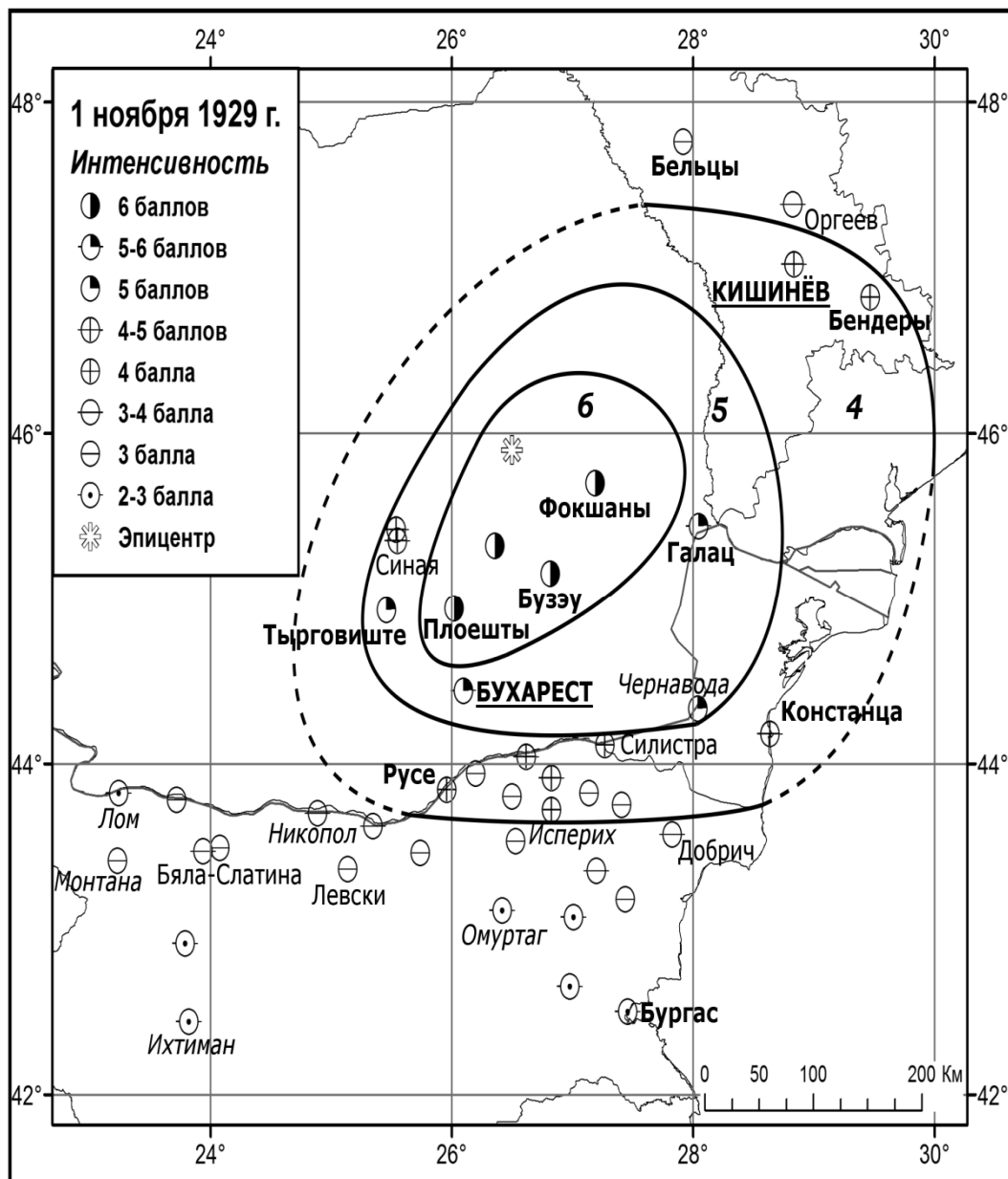


Рис. 4. Карта изосейст землетрясения 1 ноября 1929 г.

Землетрясение 1 ноября 1929 г. явилось первым событием, для которого в работе [29] сделана попытка получить решение для построения механизма очага по 14 знакам (13 растяжений и одно сжатие) вступлений продольных волн на сейсмических станциях Европы (таб. 2, рис. 5).

Таблица 2.

Решение механизма очага землетрясения 1 ноября 1929 г.

Плоскость			Плоскость			Напряжения						Источник
NP1			NP2			P		B		T		
<i>Stk</i>	<i>Dp</i>	<i>Sli</i> <i>p</i>	<i>Stk</i>	<i>Dp</i>	<i>Sli</i> <i>p</i>	<i>Az</i>	<i>Pl</i>	<i>Az</i>	<i>Pl</i>	<i>Az</i>	<i>Pl</i>	
215	56	98	22	35	79	300	12	31	17	154	80	[29]

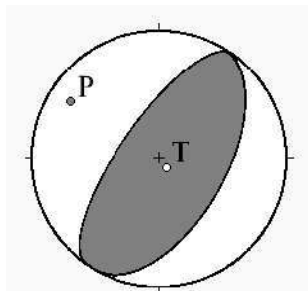


Рис. 5. Решение механизма очага землетрясения 1 ноября 1929 г. [29]

Макросейсмические данные о землетрясении 29 марта 1934 г.

Очень сильное землетрясение в Румынии. На протяжении 21 мин. ощущалось три толчка. В *Бухаресте* разрушено два дома, стены центрального телеграфа дали трещины сверху донизу, хотя были бетонированы и имели солидное крепление. В *Яссах* разрушился целый ряд домов, два человека были тяжело ранено; в *Галаце* рухнул потолок в большом зале ресторана, отчего было много раненых; в *Бырладе* обрушилась платформа на почте. Сильно ощущалось землетрясение в Молдавии. В *Кишиневе* была разрушена церковь, образовались трещины в некоторых зданиях, обрушились карнизы, обвалился один каменный забор и труба, рухнул стеклянный потолок в трактире. Землетрясение ощущалось также в *Аккермане* (теп. Белгород-Днестровский), *Измаиле*, *Киеве*, *Кривом Роге*, *Тирасполе*, *Житомире*, *Виннице*, *Каменце-Подольском*, *Проскурове* (теп. Хмельницкий), а также во многих промежуточных пунктах. В *Одессе* землетрясение также ощущалось довольно сильно. [1]

Белгород-Днестровский 4, *Измаил* 4, *Кривой Рог* 4, *Житомир* 4, *Винница* 4, *Каменец-Подольский* 4, *Хмельницкий* 4, *Одесса* 4, *Киев* 3. [2].

29 марта 1934 г. в зоне Вранча произошло умеренное землетрясение с магнитудой $M_{GR} = 6,3$ на глубине 90 км. Землетрясение произвело мелкие и средние разрушения, не сопровождавшимися жертвами. Так, в *Брэиле* обрушился потолок одного из залов кинематографа во время этого землетрясения, по счастью, никого там не было. [12]

Предположение о том, что эпицентр находится в *Фокшанах*, не оправдалось, так как здесь землетрясение ощущалось очень слабо. По-видимому, эпицентр находился в *Бузэу*, где землетрясение было сильнее, чем в других городах страны и даже в *Бухаресте*. [30]

Галац. Во многих местах уезда Ковурлуй последствия землетрясения оказались более значительными, чем в самом *Галаце*. Так в с. *Оанча* обрушилась

церковь, вся церковная утварь погибла без следа. Возле с. *Балинешты* железнодорожное полотно провалилось в трещину земли на протяжении нескольких сот метров, и пассажирское сообщение производится с пересадкой. В местечке *Бекия* обвалилась целиком крыша примарии и все остальные дома потерпели те или иные разрушения. Сведения о разрушениях. Причиненных землетрясением, получаются из всех местностей уезда.

Город *Бырлад* по-видимому больше других пострадал от землетрясения. В настоящее время он имеет такой вид, как будто только что подвергся жестокой бомбардировке тяжелой артиллерией. Обрушивались потолки, обваливались трубы, рухнули печи и т.д.

В местечке *Бачешты* произошли значительные сдвиги земной коры в результате землетрясения. Переместился с места на место целый холм. Шоссе провалилось под землю на протяжении полутора метров.

В с. *Дулчешты* также произошли большие перемещения почвы.

В уезде *Сторожинец* произошли перемещения почвы на протяжении нескольких десятков гектар. Много домов разрушено. Остальные постройки претерпели те или иные разрушения. [31]

Галац. Во многих зданиях обрушились потолки, обвалились трубы, образовались трещины в стенах. Сильная паника среди жителей. Из подходившего к станции поезда во время землетрясения выпрыгивали люди. В крупных зданиях с подставок падали картины, лампы. Обрушивались потолки в домах. Есть раненые.

Оанча. Рухнула церковь, стоявшая на берегу Прута.

Роман. Рухнуло несколько недоброкачественно построенных зданий, образовались трещины в стенах.

Яссы. Обвалились балконы, многие здания повреждены. В общественных местах паника.

Бухарест. Два толчка, первый слабый, второй сильный. Ряд повреждений в капитальных зданиях (телефонная станция и др.) Разрушено два дома.

Измаил. Два толчка. Один дом рухнул, и десять получили сильное повреждение.

Белгород-Днестровский. Землетрясение продолжалось 50 секунд. Здания не потерпели повреждений. [10]

Галац. Землетрясение имело тяжелые последствия в уезде, так в селе *Оанча* провалилась церковь. Вблизи с. *Болинтинешть* произошли громадные оползни. У села *Пеха* провалилось шоссе. Особенно большие разрушения в с. *Белвимар*, где обрушилось много крестьянских домов. Во многих домах обрушились потолки. В Роменском уезде вблизи села *Бэчешть* произошли громадные оползни. У *Сторожинца* большая гора совершенно исчезла и вместо нее образовалась долина.

Из Москвы сообщают, что землетрясение третьего дня, вечером ровно 22 ч. 09 м. ощущалось в *Москве*, *Киеве* и *Одессе*. Во многих домах обвалилась штукатурка, потолки, дребезжала посуда и пр.

Бухарест 30 03 – утром в столице повторилось землетрясение. Весьма слабые толчки. Паника в театрах. В отеле «Метрополь» дали трещины стены и потолок.

В *Браиле* и *Бакэу*. во многих домах и правительственных учреждениях дали трещины стены и потолки. В Бакэу 8 человек ранено. Землетрясение ощущалось в Салониках, Югославии и Польше.

В *Браиле* обрушилось несколько домов на окраине

Яссы. Упал потолок в студенческом камине по ул. Прекурарь.

Тигина (Бендеры) население продолжает оставаться под впечатлением пережитого землетрясения. Здание городской больницы (операционная, на втором этаже) в трех местах дало трещины вдоль печей; то же отмечено вдоль стены верхней коридорной палаты. В Петропавловской церкви зарегистрировано повреждение одной стены и разрушение части паникадила. Множество дымовых труб рухнуло. Румыния. В селе *Писк* Илфовского района обрушился крестьянский дом, женщина убита, дочь ее тяжело ранена. В Бухаресте во время землетрясения скончался известный хлебопромышленник Минисамн.

Официальный полицейский рапорт об убытках, причиненных землетрясением, гласит так: «В доме инженера Зильбермана (Мещанская 33) обвалились два дымохода, на Мещанской улице №19 в кухне уездного префекта свалилась стена. В доме по ул. Принца Николая №2 свалился один дымоход. Что касается четвертого полицейского участка, то в этом районе почти ни одного строения не осталось неповрежденным. Некоторые дома дали трещины, обвалились штукатурка, трубы и пр. Остальные районы города пострадали в меньшей мере.

Паника и разрушения в *Костюженской* больнице. После первого толчка собаки подняли вой, кошки скрылись из жилых помещений, лошади и волы сорвались. Воронье, которое ютится в Костюженской лечебнице на деревьях парка и садах, почувствовало землетрясение еще до первого толчка и взвилось с карканьем в воздух. Вороны еще долго после землетрясения летали над своими насиженными местами и успокоились только к утру.

По имеющимся у нас данным это землетрясение сопровождалось вертикальными ударами.

Землетрясение носило более грозный характер на юге Румынии, *Галаце*, *Констанце*, *Измаиле* и других местах.

Сторожинец. У Сторожинца большая гора совершенно исчезла и вместо нее образовалась долина.

В с. *Стынешть*, уезда Сторожинец (Черновицы) произошли громадные оползни. Разрушено много крестьянских домов. Находятся под угрозой еще 25. Оползни произошли на участке 40 га. Специалисты установили, что оползни произошли оттого, что под возвышенностями находится слой глины, в который проникла вода.

Вчера в 22 ч 5 м в *Кишиневе* и его окрестностях ощущалось землетрясение. Такого сильного землетрясения старожилы не помнят. Первый толчок самый слабый многими не был замечен. Второй был сильный, заставил публику выбежать из домов, ресторанов, театров на улицу. Третий толчок был настолько силен, что такие капитальные здания как примария, трибунал, городской банк, епархиальный дом сотрясались до основания. В различных частях города жители, не сообразившие, что происходит, стали звать на помощь. Старые домишки в нижней части города трещали по всем «швам». Многие из них дали трещины.

В кинотеатрах паника была настолько велика, что чудом не повлекла за собой жертв. В различных домах мебель опрокинулась и увеличила еще больше панику среди обитателей этих домов. До глубокой ночи в различных частях города публика стояла толпами на улице, обмениваясь впечатлениями, и не входила в дома, опасаясь повторения землетрясения. От сотрясения карнизы примарийного здания, епархиального дома и национального театра свалились. Сила подземных

толчков в различных частях города не была одинакова: в верхней части города толчки были гораздо сильнее, чем в нижней. В некоторых квартирах погас свет. На многих столбах электрической проводки перегорели пробки, специальные и боковые фонари городского освещения гасли. Во многих домах разрушены трубы и карнизы. Почти во всех домах штукатурка обвалилась, падали карнизы, картина, посуда. В магазинах товары с полок упали на пол. Паника в больницах.

Разрушения в Измаиле, Болграде, Галаце.

В *Измаиле* обрушился потолок на публику, находившуюся в кино «Казино». С некоторыми зрителями произошли обмороки. Во время давки пострадали многие дамы, сбитые с ног. Пожарный пост наполовину разрушен. В *Болграде* сильно пострадало здание телефонной станции.

В *Галаце* обвалилась стена здания примарии. Передают, что в деревнях землетрясение вызвало неописуемую панику.

Яссы. Сильное землетрясение. Население высыпало на улицу. Во время землетрясения дома качало из стороны в сторону. Почти все дома дали трещины. На улице Святой Лазарь рухнул дом. [32]

Кишинев. Вчера в 10 ч 06 м вечера началось землетрясение, которое продолжалось около 5 мин. Землетрясение, вначале слабое, на 3 минуте усилилось. Прошло два сильных подземных толчка, слышался подземный гул. На Киевской улице рядом с Национальным банком разрушился маленький домик. В театрах и кинотеатрах паника. На Пушкинской улице №27 развалился каменный забор. В Полицейском переулке упавшим карнизом ранена девушка. На заводе Рейделя обвалилась труба. В трактире «Ардагань» упавшим карнизом разбита вся посуда, а в гостинице «Метрополь» рухнул стеклянный потолок. На собакобойне обвалился колодец. Во многих домах трещины в стенах. Рев домашних животных еще больше увеличивал панику, ночевали под открытым небом, боясь повторения. В епархиальном доме на Александровской улице появилась большая трещина на наружной стене, обвалилась также штукатурка в большой зале и в общежитии учеников псаломщиков. В доме Павловская 39 все стены дали большие трещины. Во всех больших домах в городе, имеющих наружные карнизы, последние сорвались с мест.

Из *Аккермана, Оргеева, Измаила, Бендер* и других городов и местечек Бессарабии сообщают, что землетрясение дало себя чувствовать по всей Бессарабии и повсюду вызвало панику.

Тигина. Сильное землетрясение. Люди в панике выбегали из квартир, боясь разрушений. Сообщают, что в предместье города насчитывается несколько развалившихся зданий.

Бельцы. Сильное землетрясении продолжалось несколько минут. Старожилы не помнят такого.

Бухарест. Сильное землетрясение, сопровождалось мощным гулом, паника в кинотеатрах. Человеческих жертв нет, разрушений не зарегистрировано.

Бырлад. Обрушилось здание почты. 200 человек убитых и раненых.

Яссы. Несколько человеческих жертв. Многие дома обвалились.

Особенно сильно пострадали жители нижней части города в районе 4-го полицейского участка (пришли в полицию с жалобами). Многие дома нуждаются в капитальном ремонте – образовались трещины. Некоторые дома опасны для жилья. В доме инженера Зильбермана (Мещанская 33) обвалились два дымохода, в

квартире уездного префекта М. Войн (Гоголя 19) обвалилась стена на кухне, разбита посуда. В родильном приюте при Земской больнице обрушились два фонаря с крыши, и произошла паника среди рожениц, которые повыскакивали со своих постелей с грудными детьми. В военном госпитале в некоторых помещениях треснули потолки. В общем, по приблизительным подсчетам все дома в Кишиневе получили те или иные повреждения.

Из *Ворничен* сообщают, что происшедшее землетрясение вызвало неопишемую панику в тамошней санатории для туберкулезных больных. Больные вскочили с кроватей и в одном белье выбежали во двор. Паника и крики усилились во время второго сильного толчка, когда по всей лечебнице раздался гул упавшей верхушки трубы электрической станции.

Бухарест. Установлено, что эпицентр землетрясения находится в районе *Рымник-Сэрат – Фокшаны – Галац*. Из Галаца сообщают, что Дунай бурлил во время и после землетрясения.

Из всех городов Румынии получены сегодня сведения о том, что землетрясение, к счастью, не причинило особенных убытков за исключением неопишемой паники. По полученным сведениям вчерашнее землетрясение с большей силой ощущалось в Болгарии, Югославии и Польше. [31]

Наиболее сильное землетрясение за последнее десятилетие произошло 29 марта 1934 г. Оно ощущалось в *Днепропетровске, Кривом Роге* и др. городах Украины. [33]

Ощущалось почти по всей УССР. В *Виннице* сильные толчки в верхних этажах, в *Одессе* силой 4-5 баллов, ощущалось в *Киеве*. [16]

5 баллов: Русе, Силистра; 4 балла: Варна, Велико-Тырново, Горна-Оряховица, Добрич (Толбухин), Исперих, Нови-Пазар, Разград, Свиштов, Спасово; 3 балла: Ботевград, Бяла-Слатина, Габрово, Димово, Зимница, Сливен, Червен-Бряг [26]

5 баллов: Уровица; 4 балла: Кладово, Брза-Паланка, Неготин, Бор, Заечар, Ясеница, Небуковац; 3 балла: Лубница, Леновац. [34]

Оценки балльности на территории Болгарии изменены в соответствии с результатами сопоставления шкалы FM, которой пользовался Киров в 1940 г., и шкалы MSK-64.

Приведённые макросейсмические данные послужили основой для составления таблиц о наблюдаемой балльности землетрясения 29 марта 1934 г. на территории Румынии, Молдовы, Украины, Болгарии и Сербии. На их основе по 92 пунктам построена карта изосейст (Рис. 6).

По Румынии есть сведения о проявлении этого землетрясения только на востоке страны, с интенсивностью 5-7 баллов. В Болгарии колебания достигали Пловдива и Софии. В Молдове землетрясение ощущалось с интенсивностью 4-6 баллов. На северо-востоке ощущалось вплоть до р. Днепр на Украине. На юго-западе крайняя точка – Салоники, Греция.

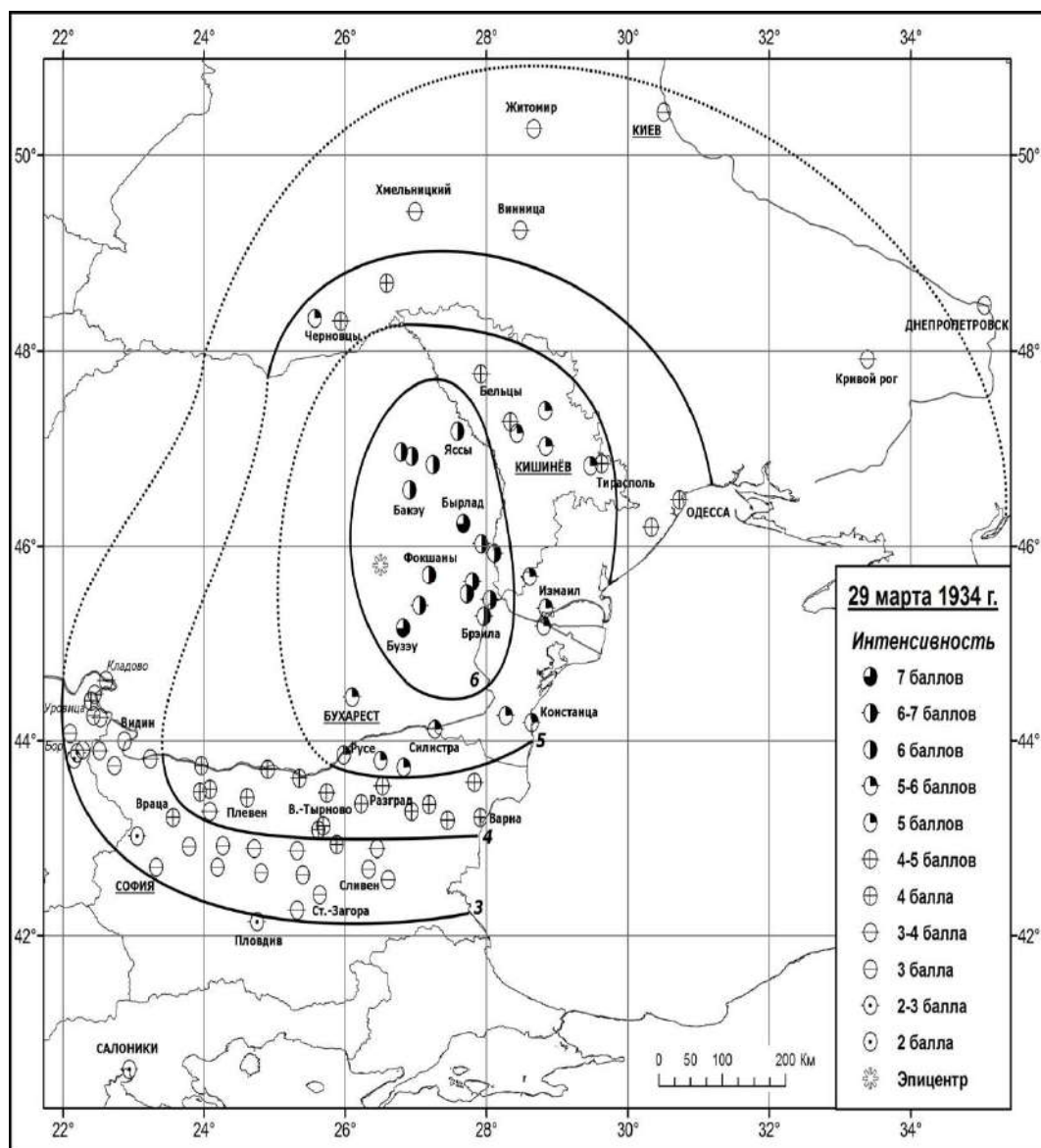


Рис. 6. Карта изосейст землетрясения 29 марта 1934 г.

Имеются решения механизма очага события 1934 года [35, 36], обеспеченные числом первых вступлений *P*-волн – 33 и 31 (табл. 3, рис. 7). Обе возможные плоскости разрыва ориентированы в направлении север-юг. Движение вдоль альтернативных плоскостей типа взбросо-сдвига. Компонента движения по падению плоскости разрыва указывает на относительное поднятие верхнего крыла разрыва.

Решения механизма очага землетрясения 29 марта 1934 г.

№	Плоскость			Плоскость			Напряжения						Источники
	NP1			NP2			P		B		T		
	Stk	Dp	Sli p	Stk	D p	Slip	Az	Pl	Az	Pl	Az	Pl	
1	169	72	82	20	21	120	266	26	172	10	64	62	[35]
2	168	70	86	359	20	100	262	26	170	4	72	65	[36]

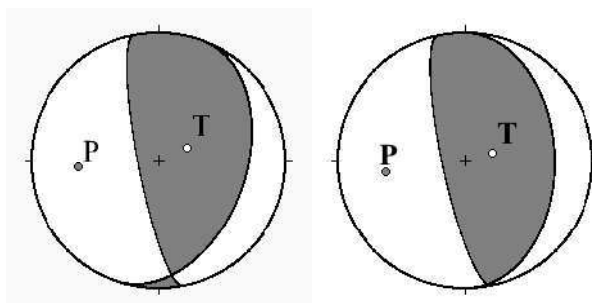


Рис. 7. Решение механизма очага землетрясения 29 марта 1934 г.

Выводы

Рассмотренные в статье сейсмические события в различной степени и неравномерно по территории обеспечены сведениями о макросейсмическом проявлении. Так по Румынии и Республике Молдове имеются данные по всем землетрясениям. Для Болгарии нет данных по землетрясению 7 июня 1912 г. и очень мало по 23 ноября 1928 г. Для территории Украины отсутствуют данные по землетрясению 1 ноября 1929 г. и эпизодические по событиям 7 июня и 23 ноября. Это усложняет задачу восстановления макросейсмического поля и сравнение с другими землетрясениями.

Землетрясение 25 мая 1912 г. по площади макросейсмического проявления (отмечено в Киеве) является одним из самых сильных коровых событий за всю историю наблюдений. Сильнейшее за этот период землетрясение промежуточной глубины – событие 29 марта 1934 г., ощущавшееся на территории от Эгейского моря (Салоники) до Днепра.

Исследование проведено в рамках Государственной программы по проекту Geoseism с № 36/21. 10. 19 А.

Литература

1. Евсеев С.В. Землетрясения Украины. Киев: Изд. АН УССР, 1961. С. 52-59.
2. Евсеев С.В. Интенсивность землетрясений Украины. Сейсмичность Украины. Киев: Наукова думка, 1969. С. 45-49.
3. Новый каталог сильных землетрясений с древнейших времен до 1975 г. Ред. Н.В. Кондорская, Н.В. Шебалин. Москва: Наука, 1977. 536 с.

4. Radu C. Catalogul cutremurelor puternice produse pe teritoriul României. Partea I - înainte de 1901. Partea II – 1901-1979. Cercetări seismologice asupra cutremurului din 4 martie 1977. Editori: Cornea I., Radu C. București: ICEFIZ, 1979. P. 723-752.
5. Constantinescu L., Mirza V. A Computer-Compiled and Computer-Oriented Catalogue of Romania's Earthquakes during a Millennium (984 – 1979). Geophysique, Revue Roumanie de Geologie, Geophysique et Geographie, Geophysique, 1980, Vol. 24, p. 193-235.
6. Institutul Național pentru Fizica Pământului. Catalog ROMPLUS actualizat. <http://www.infp.ro/romplus/>
7. Atanasiu I. Cutremurele de pământ din România. București: Editura Academiei RPR, 1961. p. 43-44.
8. Atlas of isoseismal maps. Part. 3. Skorje: UNDP-UNESCO, 1974. 275 p.
9. Земетресението Вранча-1977. Последствия в НР България. София: БАН, 1983. С. 143-146.
10. Друмя А.В., Устинова Т.И., Шукин Ю.К. Сейсмическое районирование территории Молдавской ССР и прилегающих районов УССР. Проблемы тектоники и сейсмологии Молдавии. Вып. 2. Кишинев: “Карта Молдовеняскэ”, 1964. с. 57-59.
11. Сагалова Е.А. Карпатський землетрус 25 травня 1912 р. Каталог карпатських землетрусів. Київ: АН УРСР, №4 (7), 1958, с. 34-41.
12. Despre zonele seismice din România. – Forum www.PREMONITIL.RO
13. Florinesco, Catalogue des tremblements de terre ressentis sur le territoire de la R.P.R. Le résumé français, Académie de la R.P.R., Comité national de la Géodésie et Géophysique pour l'A.G.I. Bucuresti: 1958, 167 p.
14. Popescu I.G. Cutremurele de pământ din Dobrogea. Analele Dobrogei, an. XIX, v. I. Cernăuți: 1938, p. 22-26.
15. Бюллетень Постоянной центральной сейсмической комиссии, под ред. П.М. Никифорова. Январь-декабрь 1912 г. Пг., 1914, с. 3-6.
16. Попов В.В. Сейсмичность УССР и Бессарабии и связь землетрясений юго-запада СССР с карпатскими очагами. Труды сейсмологического института АН СССР. Москва: “Литература”, 1938, №79 (7). (? Страницы)
17. Метеорологический вестник, издаваемый отделениями математической и физической географии ИРГО (Императорским Русским географическим обществом) под редакцией. А.И. Воейкова, С.А. Советова и В.В. Шипичинского. Т. XXII, 1912, №5. СПб. С. 258-259.
18. Аккерманское слово, 1912 №50.
19. Южная мысль. 1912, 13 мая №211, 16 мая №214.
20. Землетрясение в Одессе. Южные вѣдомости, 26 (13) мая 1912 г.
21. Одесская почта. 1912, №1220, 13 мая и №1221, 14 мая.
22. Вилипп И.И. О некоторых землетрясениях весною 1912 г. Известия Постоянной центральной сейсмической комиссии, т. 6, вып. 1. СПб, 1913. 152 с.
23. Одесский листок, 1912, 8 июня (26 мая).
24. Бессарабское слово № 1407, №1408, № 1409, 24, 25, 26. 11. 1928
25. Бессарабская почта № 2202, 24.11.1928.
26. Киров К. Землетресения в България. №29-31, София. 1945. 35 с.
27. Бессарабское слово. Землетрясение по всей стране. №1744, 2.11.1929, №1746, 3.11.1929.
28. Бессарабская почта №2538, 4.11.1929.

29. Radu C. The tectonic stress and tectonic motion direction in Romania. Proceedings of the seminar on seismic zoning maps. Scorje: 1976, V. 1, p. 84-100.
30. Где эпицентр землетрясения? Бессарабское слово №1745, 07 11 1934.
31. Бессарабское слово, 1934. №3314, 30 03; №3315, 31 03; №3317, 02 04.
32. Бессарабская почта, 1934. №4108, 30 03; № 4109, 31 03; №4110, 1 04; №4118, 10 04.
33. Известия, 25 октября 1940 г.
34. Михайлович J. Генерални каталог макросеизмичких покрета у Југославији. Сеизм. Зав. Београд: 1951.
35. Иосиф Т., Раду К., Саваренский Е.Ф. Механизмы очагов некоторых карпатских землетрясений. Изучение внутреннего строения Земли по сейсмическим данным. Бюлл. Совета по сейсмологии АН СССР, 1963, №15, с. 146-167.
36. Ritsema A.R. The earthquake mechanisms of the Balkan region. UNDP Project. REM/70/172. UNESCO. 1974. 37 p.

Primit la redacție – 26/11/2019

Corobov R.,¹ Syrodoev G.²

Rainfall erosivity and climate change: some estimations for the Baltata River basin

Abstract

The paper assesses the possible impact of changes in precipitation due to global warming on rainfall soil erosion in a small river basin. The Modified Fourier Index (MFI) was selected as an indicator of erosivity. Comparison of this index values in two climatic thirty-years (1991-2010 vs. 1961-1990) has showed that due to insignificant changes in the total amount of annual precipitation, a weak level of erosion hazard, caused by rainfalls in the previous period, has remained in the studied basin under conditions of climate change.

Keywords: river basin, climate change, erosivity, the Modified Fourier Index

Ерозивitatea precipitațiilor și schimbările climatice: unele estimări pentru bazinul râului Baltata.

Rezumat

Lucrarea evaluează impactul posibil al schimbărilor de precipitații cauzate de încălzirea globală asupra eroziunii solului cauzate de acestea în bazinul unui râu mic. Indicele Modificat Fourier (MFI) a fost selectat ca indicator al eroziunii. Comparația valorilor acestui indice în doi treizeci de ani climatici (1961-1990 și 1961-2020) a arătat că, din cauza modificărilor neesențiale în cantitatea totală de precipitații anuale, un nivel slab de pericol de eroziune cauzat de acestea în perioada anterioară a rămas în bazin sub evaluare și în condițiile schimbărilor climatice.

Cuvinte cheie: bazinul hidrografic, schimbarea climei, eroziunea, Indicele Modificat Fourier

Эрозионная активность осадков и изменение климата: некоторые оценки для бассейна реки Балтата.

Резюме

В работе оценивается возможное воздействие изменения количества осадков, обусловленного глобальным потеплением, на вызываемую ими почвенную эрозию в бассейне малой реки. В качестве индикатора эрозионности выбран Модифицированный Индекс Фурье (MFI). Сравнение значений этого индекса в два климатических тридцатилетия (1961-1990 и 1961-2020) показало, что вследствие незначительности изменения общего количества годовых осадков, слабый уровень эрозионной опасности, вызываемой ими в предыдущий период, сохранился в оцениваемом бассейне и в условиях изменения климата.

Ключевые слова: речной бассейн, изменение климата, эрозионность, Модифицированный Индекс Фурье

1. Introduction

¹ Eco-Tiras International Association of River Keepers, Chisinau, The Republic of Moldova

² Institute of Ecology and Geography, Chisinau, The Republic of Moldova

Soil erosion is one of the most widely reported forms of land degradation in the world. A long list of references on this issue can be found, for example, in Briak et al. [1]. The second important adverse factor impacting the land and water resource management is sedimentation. The sediments, delivered to rivers and reservoirs, end up eventually in seas and oceans, causing their pollution. Because soil erosion is also a main component of non-point pollutions, the studies of these geomorphological processes are very important, creating a basic work to calculate the sediment yield and their migration. However, an activity on reducing the soil erosion and sedimentation intensity first of all requires to determine their drivers and sources, thereby identifying the areas where conservation works should be focused.

According to the based on numerous studies review, carried out by Merritt et al. [2], the process of erosion that results in the sediments development can be described in *three stages*: detachment, transport and deposition. In this triad, the stage of surface soil detachment is partially considered as a result of raindrop impacts caused by intense shear stresses, locally generated at the soil surface by raindrops. Rainfall erosivity is the term, used for indication of the degree of rainfall potential to cause soil loss [3], and by its essence describes the kinetic energy of raindrop's impact and the rate of associated runoff. Sometimes, this indicator is defined as rain aggressiveness, e.g. [4, 5].

Rainfall erosivity causes a loss of fertile soil, damage to agriculture and infrastructure, water pollution, etc. It is influenced by changes in rainfall patterns, including those caused by climate change effects, depending primarily on rain intensity and amount. As an erosive agent, rainfall erosivity is among dynamic factors causing a soil erosion and sediment production around the world [6-10]. Besides the use in soil erosion modeling and sediment estimation, the recent studies have also employed rainfall erosivity in the modeling of floods, hydrological hazards, landslides and aerosol pollution as well as in the assessment of ecosystem services and water management. As such, the rainfall erosivity has been studied for decades, at least since it was formally integrated into the widely used Universal Soil Loss Equation (USLE) model. In the RUSLE model (one of the USLE modification) the rainfall erosivity is included as the *R*-factor — a multi-annual average index measuring rainfall's kinetic energy and intensity in describing the effect of rainfall on sheet and rill erosions.

In the USLE model the rainfall erosivity is assessed by the total rainfall kinetic energy of a given event multiplied by the maximum 30-minute rainfall; then these values are summed for all storms over the assessment period (e.g., García-Barrón et al, [5]). Xie Y. and al. [11] estimated daily rainfall erosivity in China. However, in many cases and for different reasons (the scale of a study, environmental conditions, data availability, etc.) this approach is not considered as appropriate. Existing constraints have led to a search for alternative procedures to assess the rainfall erosivity from more easily determinable rainfall parameters. In particular, as alternative approach for calculating erosivity the different indexes are used.

So, to correlate rainfall with sediment loads in rivers of large catchments, Fournier [12] developed an index, known as *Fournier Index (FI)*:

$$FI = p_{max}^2/P(mm),$$

where p_{max} is a mean rainfall amount (mm) of the wettest month of a year, and P is the mean annual rainfall amount (mm).

As such, *FI* provides a measure of rainfall variability: its large values relate to high variability, while low values characterize sites with an evenly distributed rainfall. The original *FI* was initially devised specifically to provide a measure of erosivity that could

be applied at a regional scale. However, since then it has been widely applied, most especially in analyses of erosion from river basins, correlating broadly with both the USLE erosivity index and with rates of erosion at a basin scale [13].

However, *FI* has shortcomings as an estimator of the rain erosivity because rainfall low amounts also have erosive power, and any increase in total rainfall amount should also yield in a corresponding erosivity increase. Therefore, Arnoldus [14] modified *FI* and proposed the Modified Fournier Index (*MFI*) that takes into account precipitation in all months of a year:

$$MFI = \Sigma p^2 / P \text{ (mm)},$$

where p is monthly rainfalls, and P — annual rainfalls; both in mm.

During the last decades there were developed equations to calculate rainfall erosivity based on daily, monthly, and annual rainfall amounts with aim to extent its datasets lengths [6]. However, mostly due to limited availability of long-term rainfall data series with high temporal resolution, only few studies have investigated trends in rainfall erosivity [3, 15], including that under climate change [16]. At the same time, changes in rainfall erosivity as one of important soil erosion parameters are of general interest for decision makers, land managers, and the general public. As an example, Bezak et al [6], with the aim to investigate temporal changes in rainfall erosivity, reconstructed its past value in Europe for the period 1961–2018.

This study aims to estimate the long-term rainfall erosivity and its trends in the Baltata River Basin.

2. Material and methods

The Baltata River is a right tributary of the Dniester River — one of main Moldavian rivers that flows into the Black Sea. Thus, all surface pollution and litter entering its mainstream are directly transported to the Black Sea. Also, the catchment of this small river presents the current situation in other analogous river basins of Moldova.

The Baltata basin area (Fig. 1) has 153.9 km²; its length from northwest to southeast is 27.47 km, the width – 7.74 km. Mostly, it is located within the steppe zone; a smaller northwestern part — in the forest-steppe zone, with a predominantly flat relief. The absolute marks of heights vary from 16 m to 219 m, averaging 120 m. The slopes of the territory vary from sub-horizontal to steep (about 17°), on average being 4°28'. Slopes from 2° to 5° are most common, and horizontal surfaces are less than 0.1%. The basin soils are affected by erosion processes. About 60% of its carbonate and ordinary chernozems are subject to various types of erosion, requiring the anti-erosion measures, without which the current slightly eroded soils pass usually into the category of moderately eroded ones. The intensity of erosion manifestation is also largely determined by the basin relief, main indicators of which are usually degree of surface dissection, depth of local bases of erosion, length and shape of slopes.

As it was already mentioned above, in the study of rainfall erosivity effects two complementary models can be used: the intensity models that are based on sub-hourly rainfall records, and the volume models, based on monthly rainfall records. The volume models based on monthly rainfall records are extensively available in most countries. In particular, Gabriels [18] proposed a methodology for calculating rainfall indices, based on monthly data, for their possible use in describing and assessing the rainfall erosive potential in view of their validation through a comparison with field erosion losses in different countries and regions of Europe. In this study, as initial information there were also used monthly precipitation records at the Baltata weather station, located in this river basin, for the 1961-2020 period. This time

interval covers two climatic thirty years: 1961-1990 and 1991-2020. These periods characterize respectively the basin area precipitation regime before and after the global warming evolution. It was assumed that any change in precipitation should be accompanied by corresponding changes in the rainfall erosivity.

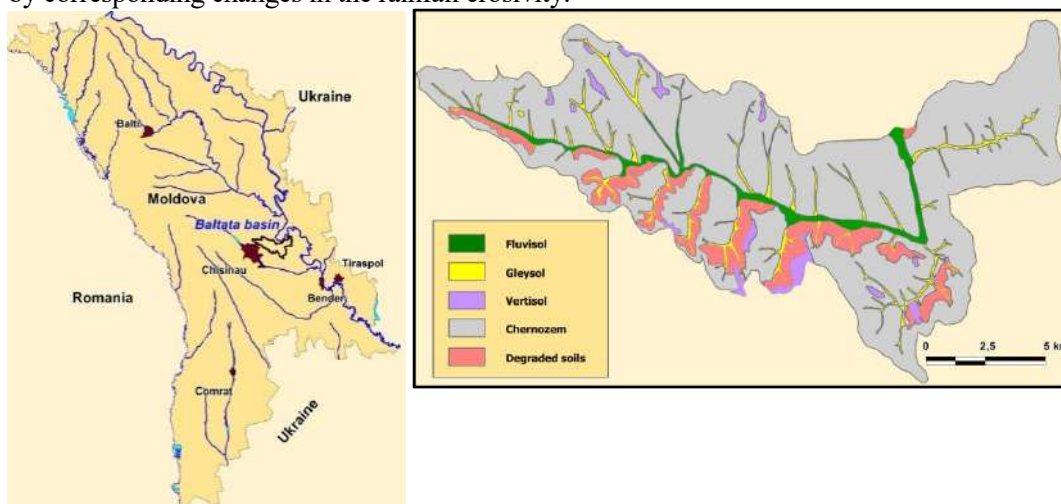


Fig. 1 Location of the Baltata River basin (left) and the map of its soil (right) [17].

The data procession included two tasks: the study of *time trends* in the *MFI* historical data and the *MFI descriptive analysis* aimed to describe and compare its basic features in compared periods. Also, according to the available data sets, two different procedures, proposed by Bezak et al. [6], were used to *MFI* calculation. In the first case the monthly rainfall amounts are averaged over all years, and then *MFI*s were calculated from these averaged rainfall data sets and reported as *MFI₁*. In the second case, this index was calculated from monthly rainfall amounts of each individual year and then averaged over all years. Those long-term average values are reported as *MFI₂*.

All statistical analysis was performed, using appropriate tools provided by the Microsoft Excell.

3. Results and discussion

3.1 Historical precipitations in the Baltata basin

According to the *MFI* equation, it is completely based on the precipitation amounts. Thus, we can presuppose that its change in time depends on precipitation changes, and the analysis of change in *MFI* due to global warming should be preceded by an analogous precipitation analysis (Table 1).

The analysis of Table 1 shows that climate change, observed over the past decades, had an extremely insignificant effect on the total annual precipitation in the basin under consideration: 501 mm in 1991-2020 vs. 526 mm in 1961-1990, or only about by 5%. However, the annual distribution of precipitation has changed significantly. While maintaining their somewhat weakened maximum in June-July, the minimal precipitation shifted from March to February and from October to December (Fig. 2). Also, the annual course of precipitation has somewhat smoothed out, which is expressed in a decreases in their monthly extremes and the range of annual precipitation amounts (from 401 to 377 mm).

Tab.1

Monthly precipitation in the Baltata River basin in two climatic periods, mm

Statistics	Months												Year
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1961 - 1990													
Average	34	33	30	43	49	76	72	48	46	28	35	35	526
Max	157	68	74	116	119	166	158	130	153	81	91	80	732
Min	1	7	5	4	2	8	30	9	3	1	2	2	331
Range	156	61	69	112	117	158	128	121	150	80	89	78	401
1991 - 2020													
Average	29	24	30	33	50	68	63	48	45	40	37	34	501
Max	69	58	110	83	123	201	125	180	140	121	140	89	659
Min	5	2	3	3	8	12	3	2	2	1	0	1	282
Range	64	56	107	80	115	189	122	178	138	120	140	88	377

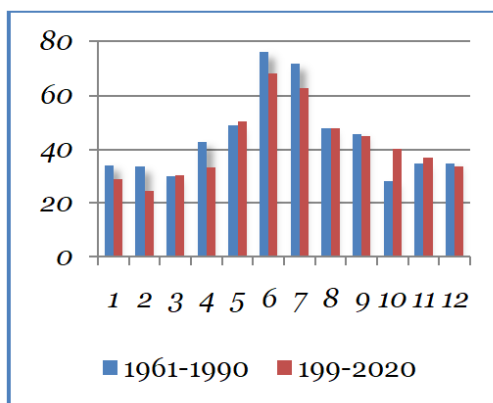


Fig. 2 Monthly precipitation (mm) in the Baltata basin in two climatic periods.

3.2 Descriptive statistics of the Modified Fournier Index

The values of *MFIs*, calculated using the two afore mentioned approaches, respectively were: $MFI_1 = 67.6$ and $MFI_2 = 65.5$. In view of insignificance of the difference between two estimates, all further results are based on the second approach, namely, the averaging of the indices calculated for each year.

The main statistics of rainfall erosivity in the Baltata basin in the period under study, expressed in *MFIs*, are shown in Table 2.

Table 2

Descriptive statistics of the Modified Fournier Index in the Baltata basin in two climatic periods, mm

Period	Statistics					
	Average	Maximal	Minimal	Range	Sd	CV, %*
1961-1990	65.1	104.7	38.9	65.8	16.7	25.6
1991-2020	65.9	102.8	45.5	57.3	14.2	21.6
1991-2020	65.5	104.7	38.9	65.8	15.4	23.3

Note: * Coefficient of variation (CV) = Sd/Average

The analysis of Table 2 results in two principal conclusions:

- Over all observation period the rainfall erosivity, estimated in accordance with the generally accepted classification (see, for example, Arnoldus [14]), can be estimated as low (class 2; $MFI = 60-90$)
- Differences between average MFIs in two compared periods are very small, which should be expected, proceeding from very small changes in precipitation caused by climate change.

Some smoothing of the annual course of precipitation in 1991-2020 has caused a decrease in the range of MFI s annual differences, primarily due to an increase in their minimal values, as well as caused a decrease in their variability, expressed by standard deviation (Sd) and Coefficient of variation (CV).

3.3. Time trends in rainfall erosivity

Because the rainfall erosivity is an environmental indicator directly related to erosion, the knowledge of its dynamic *over long periods* is particularly useful for the management of soil conservation, agricultural planning and the development of environmental policy on the whole. For example, Xie et al [11] studied a spatiotemporal variation in rainfall erosivity in China in 1956-2008. Diodato et al. [19] have analyzed a long times series of historical rainfall patterns across the Mediterranean in the last three centuries and investigated changes in the erosive forcing as related to climate changes. Their results showed that an erosive forcing, due to a higher frequency of intensive storms, is increasing in the recent warming period at low Mediterranean latitudes.

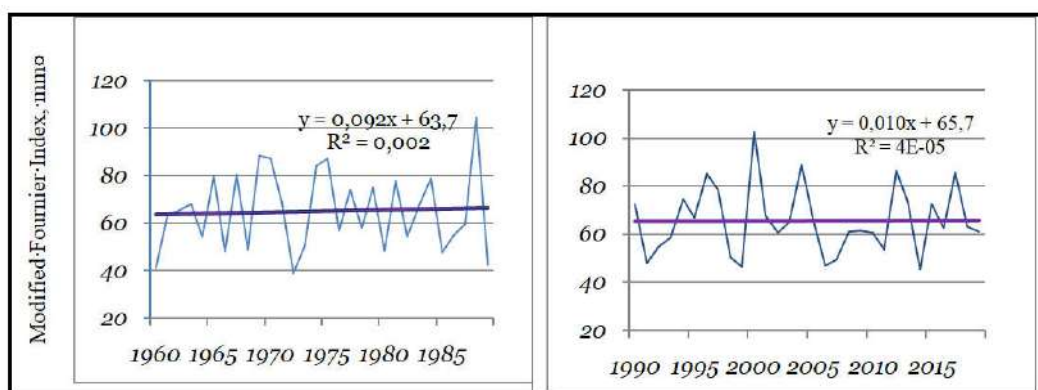


Fig. 3 Trends of Modified Fournier Index in the Baltata River basin in two periods.

In Fig. 3 there are shown trends of MFI in the Baltata basin in periods of stationary climate (1961-1990) and during its intensive manifestation (1991-2020). The obtained trends well confirm the results of descriptive analysis. In particular, there is no reason to speak about a significant increase or decrease in rainfall erosivity caused by climate change, which naturally follows from the discussed above statistically insignificant changes in total precipitation amounts.

Conclusion

The carried out research can in no way be considered as a certain indicator of the change in erosion rate in the basin under study. The MFI as an environmental indicator is based only on monthly rainfall records and does not include other aspects related to erosion

such as slope length, soil types, wind activity (e.g. Tuo et al., [9]), land use, etc. Nevertheless, it can be useful in case of significant changes in the precipitation amount, when the contribution of rainfall erosivity to the development of erosion processes will become more significant.

Acknowledgment: This publication has been produced with the financial assistance of the European Union (BSB963 Project of the EU Black Sea Regional Operational Programme, 2014-2020). The contents of this publication are the sole responsibility of its authors and can in no way be taken to reflect the views of the European Union.

References

1. Briak H., Mrabet R., Moussadek R., Aboumaria K. Use of a calibrated SWATmodel to evaluate the effects of agricultural BMPs on sediments of the Kalaya river basin (North of Morocco). In: International Soil and Water Conservation Research, 2019, 7, p.176-183.
<https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2019.02.002>
2. Merritt W.S., Letcher R.A. Jakeman A.J. A review of erosion and sediment transport models. In: Environ. Model. Softw. 2003, nr.18, p. 761–799.
[https://doi:10.1016/S1364-8152\(03\)00078-1](https://doi:10.1016/S1364-8152(03)00078-1)
3. Nearing M., Yin A.S., Borrelli P., Polyakov V.O. Rainfall erosivity: An historical review. In: CATENA 157, p. 357-362.
<https://doi.org/10.1016/j.catena.2017.06.004>
5. Fernandez H., Martins F., Isidoro J.: Using the Modified Fournier Index to model rainfall aggressiveness with scarce rainfall data. In: Geophysical Research Abstracts, 2018, Vol. 20, p. 906.
6. García-Barrón L., Morales J., Sousa A. A new methodology for estimating rainfall aggressiveness risk based on daily rainfall records for multi-decennial periods. In: Science of The Total Environment, 2017, nr. 15, p. 564-571.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.305>
7. Bezak N., Ballabio C., Mikoš M., Petan S., Borrelli P., Panagos P. Reconstruction of past rainfall erosivity and trend detection based on the REDES database and reanalysis rainfall. In: Journal of Hydrology, 2020:590:125372
<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125372>
9. Borrelli P., Van Oost, K., Meusburger K., Alewell C., Lugato E., Panagos P. A step towards a holistic assessment of soil degradation in Europe: Coupling on-site erosion with sediment transfer and carbon fluxes. In: Environ. Res. 2018, 161, p. 291–298.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.11.009>
10. Liu C., Walling D.E., He Y. Review: The International Sediment Initiative case studies of sediment problems in river basins and their management. In: Int. J. Sediment Res., 2018. Nr. 33, p. 216–219.
<https://doi.org/10.1016/j.ijsrc.2017.05.005>
11. Tuo D., Xu M., Zhao Y., Gao, L. Interactions between wind and water erosion change sediment yield and particle distribution under simulated conditions. In: J. Arid Land, 2015, nr. 7, p. 590–598.
<https://doi.org/10.1007/s40333-015-0128-7>
12. Xin, Z., Yu, X., Li, Q., Lu, X.X.,: Spatiotemporal variation in rainfall erosivity on the Chinese Loess Plateau during the period 1956-2008. In: Reg. Environ. Chang., 2011, nr. 11, p. 149–159.
<https://doi.org/10.1007/s10113-010-0127-3>

13. Xie Y., Yin S.-Q., Liu B.-Y., Nearing M.A., Zhao Y. Models for estimating daily rainfall erosivity in China. In: J. Hydrol. 2016, 535, p. 547–558.
<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.02.020>
15. Fournier F. Climat et érosion. PhD Thesis. Presse Universit. de France, Paris, 1960, 201 p.
16. CORINE: Copernicus Land Monitoring Service product portfolio overview. 2020. Available at: <https://land.copernicus.eu/product-portfolio/overview>.
17. Arnoldus H.M.J. An approximation of the rainfall factor in the Universal Soil Loss Equation. In: Assessment of Erosion, 1980. De Boodt M, Gabriels D (eds). John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, p. 127–132.
18. Petek M., Mikoš M., Bezak N. Rainfall erosivity in Slovenia: Sensitivity estimation and trend detection. In: Environ. Res. 2018, 167, p. 528–535.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.08.020>
19. Almagro A., Oliveira P.T.S., Nearing M.A., Hagemann S. Projected climate change impacts in rainfall erosivity over Brazil. In: Sci. Rep. 2017, 7.
<https://doi.org/10.1038/s41598-017-08298-y>
20. Крупеников И.А., Родина А.К., Урсу А.Ф. Почвенная карта Молдавской ССР. Кишинев, 1986.
21. Gabriels D. Assessing the Modified Fournier Index and the Precipitation Concentration Index for Some European Countries. In: Soil Erosion in Europe (Boardman J. and Poesen J., eds.). 2006, John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, p. 675–684.
22. Diodato N., Bellocchi G., Romano N., Chirico, G.B. How the aggressiveness of rainfalls in the Mediterranean lands is enhanced by climate change. In: Clim. Chang. 2011, 108, p. 591–599.
<https://doi.org/10.1007/s10584-011-0216-4>

Primit la redacție – 07/04/2021

IN MEMORIAM
Vasile Ion NEAGA



(23.02.1933 - 15.01.2020)

La data de 15 ianuarie 2020, la vârsta de 86 de ani a plecat în lumea drepti cercetătorul științific Vasile NEAGA, specialist geotectonică cu o vastă experiență științifică și managerială.

După absolvirea Facultății de Geologie a Universității din Chișinău, în 1958, dl Vasile NEAGA și-a început activitatea de muncă în calitate de geolog în diferite structuri ale fostului minister de geologie a URSS. Din a. 1964 activează în Institutul de Geologie și Seismologie. Dl V. Neaga a activat în diferite funcții științifice și administrative în cadrul IGS, în perioada anilor 1984-2009 a activat în funcția de secretar științific, a exercitat și funcția de director interimar.

Fiind înzestrat din plin cu harul de cercetător și o capacitate enormă de muncă, dl V. Neaga a reușit să realizeze enorm de mult pe parcursul a peste 56 de ani de activitate creatoare în domeniul științei. În rezultatul activității sale dlui a publicat cca 90 de lucrări științifice, printre care și 4 monografii, precum și rapoarte tematice specializate.

Activitatea științifică a dlui V. Neaga este axată pe studiul structurii tectonice a interfluviului Nistru - Prut și formațiunilor sedimentare de vârstă vendiană (ediocariană).

Printre elaborările de bază, care au determinat succesul investigațiilor în domeniul dat, în primul rând, se poate menționa studiul structurii tectonice a Republicii Moldova, procesele de sedimentare în Ediocarian, dezvoltarea depresiunii Predobrogene în prepleozoic.

Ținând cont de rezultatele cercetărilor științifice de performanță obținute pe parcursul activității științifice, Consiliul Științific al Institutului de Geologie și Seismologie (ședința din 13 februarie 2018) solicită decernarea dlui Vasile Neaga cu medalia „Milescu Spătaru” a AȘM.

Azi clopotele bisericii noastre plang, pentru ca a plecat pe drumul celor drepti un om care pana mai ieri era in mijlocul nostru, un om care ne era drag si pe care toti il apreciam. Cu toate ca era in varsta, dar era mereu plin de viata, de energie pozitiva, pe care o raspandea tururilor celor din jur. Destinul sau s-a impletit timp de aproape 60 de ani cu cel al Institutului de Geologie si Seismologie. A fost un colaborator unic si sarguincios, si-a dedicat toata viata cercetarilor in geologie dar indeosebi in domeniul tectonicii. A participat in multe expeditii si studii geologice importante ale teritoriului interfluviului Nistru-Prut, rezultatele cercetarilor le-a redat in nenumaratele sale lucrari, de care se conduc astazi tinerii specialisti. Cu multa durere si regrete in suflet ii spunem azi ADIO dlui Vasile Neaga, coleg, prieten, indrumator...Ne va lipsi mult, felul lui de a fi, glumele lui cu talc, sfaturile si tot ce este legat cu el. Pentru noi, cei care l-am cunoscut pe dl Vasile Neaga, ramane un model de abnegatie profesionala, dusa pana la sacrificiul suprem. De aceea, datoria noastra este de a-i pastra vie memoria si de a-i continua cercetarile.

V. Neaga va ramane pe veci in inimile noastre.

Dumnezeu sa-l odihneasca în pace!

I. Nicoara – director, C. Spian – secretar științific.