

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ
PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF ARMENIA

ISSN 0515-061X

ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ НАУКИ О ЗЕМЛЕ EARTH SCIENCES



2019

Հանդեսը հիմնադրվել է 1948 թվականին, լույս է տեսնում տարին երեք անգամ
հայերեն, ռուսերեն և անգլերեն լեզուներով

Գլխավոր խմբագիր՝
Ռ.Լ.ՄԵԼԿՈՆՅԱՆ

Խմբագրական կոլեգիա՝
**Ա.Հ.ԱՂԻՆՅԱՆ, Ա.Վ.ԱՎԱԳՅԱՆ (գլխ.խմբ.տեղակալ), Ա.Ա.ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ,
Հ.Ռ.ԲԱԴԴԱՍԱՐՅԱՆ, Գ.Ա.ԳԱԲՐԻԵԼՅԱՆՑ, Ղ.Լ.ԳԱԼՈՅԱՆ, Շ.Ա.ԳՅՈՒԼՆԱԶԱՐՅԱՆ,
Տ.ԴԱՆԵԼԻԱՆ (Ֆրանսիա), Լ.Զ.ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Ս.Մ.ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ,
Է.Ե.ԽԱՉԻՅԱՆ, Խ.Բ.ՄԵԼԻԿՍԵՏՅԱՆ, Ռ.Ս.ՄՈՎՍԵՍՅԱՆ (պատասխանատու
քարտուղար), Ս.Ն.ՆԱԶԱՐԵՏՅԱՆ, Ռ.Տ.ՋՐԲԱՇՅԱՆ, Ս.Ա.ՓԱԼԱՆԺՅԱՆ (Ռուսաստան)**

Главный редактор
Р.Л.МЕЛКОНЯН

Редакционная коллегия
**А.В.АВАКЯН (зам.глав.ред.), А.О.АГИНЯН, А.А.АРАКЕЛЯН, А.Р.БАГДАСАРЯН,
Г.А.ГАБРИЭЛЯНЦ, К.Л.ГАЛОЯН, Ш.А.ГЮЛНАЗАРЯН, Т.ДАНЕЛИАН (Франция),
Р.Т.ДЖРБАШЯН, Х.Б.МЕЛИКСЕТАН, Р.С.МОВСЕСЯН (ответ.секретарь),
С.Н.НАЗАРЕТЯН, Л.З.ОГАНЕСЯН, С.М.ОГАНЕСЯН, С.А.ПАЛАНДЖЯН (Россия),
Э.Е.ХАЧИЯН**

Editor in Chief
R.L.MELKONYAN

Editorial Board
**A.H.AGHINYAN, A.V.AVAGYAN (Deputy Editor in Chief), A.A.ARAKELYAN,
H.R.BAGHDASARYAN, T.DANELIAN (France), G.A.GABRIELYANTS, G.L.GALOYAN,
SH.A.GULNAZARYAN, L.Z.HOVHANNISYAN, S.M.HOVHANNISYAN, R.T.JRBASHYAN,
E.Y.KHACHIYAN, KH.B.MELIKSETYAN, R.S.MOVSESYAN (Executive Secretary),
S.N.NAZARETYAN, S.A.PALANJYAN (Russia)**

Խմբագրության հասցեն՝ 0019, Երևան-19, Մարշալ Բաղրամյանի պող. 24ա
Адрес редакции: 0019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а
Editorial address: 24a, Marshal Baghramyan ave., Yerevan, 0019, Republic of Armenia
E-mail: geoscience @ geology. am

© Издательство “Гитутюн” НАН РА
Типография издательства “Гитутюн” НАН РА
Известия НАН РА, Науки о Земле, 2019

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ԿԵՆՍԱՇԵՐՏԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆ

- Գրիգորյան Ա., Մերոբյան Վ., Ռանդոն Կ., Ավագյան Ն., Մայիլյան Ռ., Դանելյան Տ.** Ջրավանքի կտրվածքի ֆամենի հասակի (ուշ դետն) բրախիոպոդային կրաքարերի կոնդոնտային համալիրը (Հարավային Հայաստան) 3

ՄԱԳՄԱՅԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Աթայան Լ.Ս.** Սոխիթա-Ղարաբաղի տեկտոնական գոտու յուրայի հասակի կղզադեղային մագմատիզմը 13

ԵՐԿՐԱԺԱՄԱՆԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Մելքոնյան Ռ.Լ., Զունգ Ս.-Լ., Գալոյան Դ.Լ., Ղուկասյան Ռ.Խ., Մորիտց Ռ., Հովակիմյան Ս.Է., Աթայան Լ.Ս.** Նոր տվյալներ Ծաղկունք-Ձանգեզուրի տերեյնի (ՀՀ) հարավային մասի ինտրուզիվ համալիրների Ս-Pb հասակագրման մասին և որոշ հետևություններ 28

ՕԳՏԱԿԱՆ ՀԱՆԱԾՈՆԵՐ

- Հարությունյան Մ.Ա., Հովհաննիսյան Ա.Ե., Մաղաքյան Ն.Ի., Հովակիմյան Ս.Է., Սիրադեղյան Վ.Վ.** Սկնդեղի տեղաբաշխման առանձնահատկությունները Քաջարանի հանքավայրի հանքաքարերում 37

ԲՆԱԿԱՆ ՎՏԱՆԳՆԵՐ

- Հարությունյան Ռ.Ա.** 1406 թ. ավերիչ երկրաշարժը Սյունիքում (ՀՀ) ... 48

ԵՐԿՐԱՖԻԶԻԿԱ

- Մաթևոսյան Ա.Կ., Բաբայան Գ.Ա.** Օպտիմալ չափանիշների ընտրությունը հարուցված բևեռացման անցումային բնութագրի երկրորդ անանցյալի ժամանակային ռեժիմով չափման ժամանակ 60

- Սահակյան Է.Է., Սարգսյան Լ.Ս., Գևորգյան Մ.Ռ.** Ջավախքի հրաբխային լեռնաշղթայում «ենթադրյալ» խզվածքների սեյսմիկ ակտիվությունը և երկրաշարժերի ֆոկալ մեխանիզմի լուծումները 72

- Դեմիրճյան Ս.Ս.** Էլեկտրագոնդավորման մեթոդների համեմատական վերլուծություն միջ- և ընդլավային ջրատար հորիզոնների հայտնաբերման և հետամտման նպատակով 81

ԳԻՏԱԿԱՆ ԽՐՈՆՈՒԿԱ

- ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԿՈՐՈՒՍՏՆԵՐ**
Միրիջանյան Ռաֆիկ Տիգրանի (1932-2019) 95

СОДЕРЖАНИЕ

БИОСТРАТИГРАФИЯ

- Григорян А., Сербян В., Рандон К., Авагян Н., Маилян Р., Данелян Т.** Фаменский (позднедевонский) комплекс конодонтов из брахиоподовых известняков разреза Джраванк (Южная Армения) 3

МАГМАТИЗМ

- Атаян Л.С.** Юрский островодужный магматизм Сомхето-Карабахской тектонической зоны 13

ГЕОХРОНОЛОГИЯ

- Мелконян Р.Л., Чунг С.-Л., Галоян К.Л., Гукасян Р.Х., Моритц Р., Ова-**

кимян С.Э., Атаян Л.С. Новые сведения о U-Pb датировке интрузивных комплексов южной части Цахкунк-Зангезурского террейна (РА) и некоторые заключения	28
ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ	
Арутюнян М.А., Оганесян А.Е., Магакьян Н.И., Овакимян С.Э., Сирадегян В.В. Особенности распределения мышьяка в рудах Каджаранского месторождения	37
ПРИРОДНЫЕ ОПАСНОСТИ	
Арутюнян Р.А. Разрушительное землетрясение 1406 года в Сюнике (РА)	48
ГЕОФИЗИКА	
Матевосян А.К., Бабаян Г.А. Выбор оптимальных параметров временного режима измерений второй производной переходной характеристики вызванной поляризации	60
Саакян Э.Э., Саргсян Л.С., Геворгян М.Р. Сейсмическая активность «предполагаемых» разломов на Джавахетском вулканическом хребте и решения фокального механизма землетрясений	72
Демирчян С.М. Сравнительный анализ методов электроразведки с целью обнаружения и отслеживания меж и подластовых водоносных горизонтов	81
НАУЧНАЯ ХРОНИКА	88
ПОТЕРИ НАУКИ	
Мириджанян Рафик Тигранович (1932-2019)	95
TABLE OF CONTENT	
BIOSTRATIGRAPHY	
Grigoryan A., Serobyan V., Randon C., Mayilyan R., Avagyan N., Danelian T. A. famennian (late devonian) conodont assemblage from brachiopod-rich limestones of the Djravank section (Southern Armenia)	3
MAGMATISM	
Atayan L.S. Jurassic island-arc magmatism from the Somkheta-Karabagh tectonic zone	13
GEOCHRONOLOGY	
Melkonyan R.L., Chung S.-L., Galoyan Gh.L., Ghukasyan R.Kh., Moritz R., Hovakimyan S., Atayan L.S. New evidence on the U-Pb age estimation for the intrusive complexes of the Tsahkounk – Zanghezour terrain (RA) and some inferences	28
MINERAL DEPOSITS	
Harutyunyan M.A., Hovhannisyan A.E., Magakyan N.I., Hovakimyan S.E., Siradeghyan V.V. Characteristics of distribution of arsenic in Kadjaran deposit ores	37
NATURAL HAZARD	
Harutyunyan R.A. The destructive earthquake of 1406 in Syunik (Armenia)	48
GEOPHYSICS	
Matevosyan A.K., Babayan G.A. Selection of measurements time mode optimal parameters of second derivative transitional characteristics of induced polarization	60
Sahakyan E.E., Sargsyan L.S., Gevorgyan M.R. The seismic activity of the "inferred" faults in the volcanic Javakheti ridge and earthquake focal mechanism solutions	72
Demirtshyan S.M. Comparative analyze of the electric sounding methods for the purpose of detection investigation inter- and under-layering aquifers	81
SCIENTIFIC CHRONOLGY	88
LOSSES OF SCIENCE	
Miridzhanian Rafik Tigran (1932-2019)	95

BIOSTRATIGRAPHY

A FAMENNIAN (LATE DEVONIAN) CONODONT ASSEMBLAGE FROM BRACHIOPOD-RICH LIMESTONES OF THE DJRAVANK SECTION (SOUTHERN ARMENIA)

GRIGORYAN A.¹, M SEROBYAN V.^{1,2}, RANDONC.³, MAYILYAN R.⁴,
AVAGYAN N.¹, DANELIAN T.²

¹*Institute of Geological Sciences of the National Academy
of Sciences of the Republic of Armenia
0019, Yerevan, Marshal Baghramian st. 24a
e-mail: (aragrigoryan@yandex.ru)*

²*UMR 8198 Evo-Eco-Paleo du CNRS–University of Lille, France*

³*UMR 7207 CR2P–Center for Research on Palaeontology–Paris–CNRS/Sorbonne Université,*

⁴*Yerevan State University–Yerevan, Armenia*

Reclivef by the editor 16.05.2019

Numerous conodont elements were yielded from a sandy brachiopod-rich limestone after processing with formic acid. The sample comes from a ca. 25 m-thick sequence of well-bedded nodular limestones, cropping out along a newly explored section (Djra Hank), situated on the south bank of the river Arpa, of the river Arpa, near the village of Arpi in Vayots Dzor region. SEM observations allow the identification of species *Icriodus cornutus*, *I. iowaensis iowaensis* and *Polygnathus* sp.cf. *P.bischoffi* suggesting an early Famennian age. The 60–40% relative abundance of *Icriodus* and *Polygnathus* elements represents an icriodontid–polygnathid conodont biofacies typical of shallow water environments.

Keywords: Biostratigraphy; Palaeozoic; Upper Devonian; Armenia: Taxonomy; Conodont; Brachiopod; Limestone; Djra Hank.

Introduction

Conodonts are tiny phosphatic remains of the feeding apparatus of a primitive eel-like marine chordate, which is known from the late Cambrian to the end Triassic (Armstrong & Brasier, 2005; Blieck *et al.*, 2010). These microfossils were known since the mid-19th century and used extensively in biostratigraphic correlations; however, it is only 35 years ago, after the discovery of the conodont animal in the Carboniferous sequences of Scotland (Briggs *et al.*, 1983) that we understood their palaeobiological significance.

Conodonts are very important microfossils for the global biostratigraphic framework of Palaeozoic shallow marine sequences, as they are often used in the international definition of many Palaeozoic stage and period boundaries.

In the Lesser Caucasus (Transcaucasia), Palaeozoic sedimentary sequences are encountered mainly in the southern part of Central Armenia (fig.1A), as

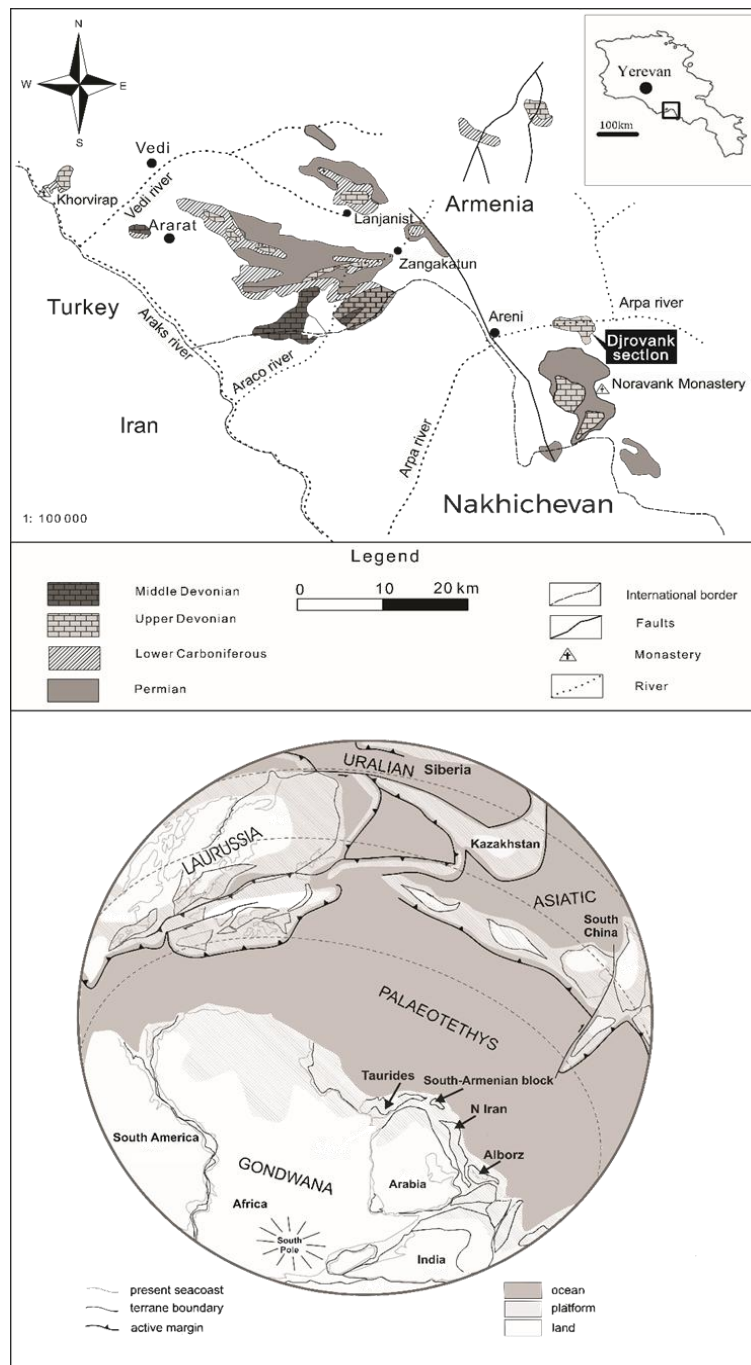


Fig.1. A) Schematic geological map of the Upper Paleozoic sequences in Armenia, including the location of the studied Djrovank section (compiled by A.Grigoryan, V.Serobyanyan, R.Mayilyan, T.Danelian). B) Devonian/Carboniferous paleogeographic reconstruction of the Palaeotethys ocean and its margins, including the position of the South Armenian Block along the northern margin of the Gondwana megacontinent (redrawn and modified after Denayer & Hoçgör 2014, based on the maps of Stampfli *et al.* 2002).

well as in the neighboring Nakhichevan AR. The international significance of these Palaeozoic sequences is best expressed recently by Grechishnikova *in* Alekseeva *et al.* (2018, p.832): “the Middle Palaeozoic sections of Transcaucasia are unique in their completeness, exposure, and richness in remains of many fossil invertebrates and vertebrates (fishes, conodonts) and suitable for international standards”.

The Palaeozoic sequences of Armenia are known since the mid–19th century as they attracted the interest of pioneers in the geology of the Lesser Caucasus (Abich, 1858; Frech & Arthaber, 1900; Lisitsyn, 1913; Bonnet, 1947). However, it is following the outstanding efforts of Arakelian (1964a, b) and Abrahamian (1957) that major progress was achieved in their stratigraphic knowledge. As Brachiopods are relatively rich in the Devonian sequences of Armenia, they were systematically studied by Abrahamian (1954, 1957, 1959, 1974a, 1974b), although their fossil record requires reassessment since the seventies (see Serobyán *et al.*, 2019).

Regarding the conodonts, a significant contribution was made by Aristov (1994), although he worked mainly in Nakhichevan, also studied some material from Armenia, especially in the outcrops situated north of the village of Lanjanist (previously Kadrlu).

The Mid Palaeozoic sequences have the potential to contribute to the understanding of mass extinction events that took place between the Frasnian/Famennian and Devonian/Carboniferous boundaries. In the framework of a French–Armenian collaborative project of revisiting the Upper Palaeozoic sequences of Armenia and having as final objective the understanding of the biotic response of brachiopods and conodonts to the two extinctions events mentioned above, we here report the preliminary results from a new section (Djrvank), focusing on the discovered conodont assemblage and its biostratigraphic and palaeoenvironmental significance.

Palaeogeographic and Stratigraphic framework

The Middle and Upper Palaeozoic sequences of Armenia belong to a microcontinent, known as South–Armenian Block (Sosson *et al.*, 2010), which was part at the time of the northern margin of the Gondwana megacontinent, facing the Palaeotethys ocean (fig.1B); this part was later individualized as an independent microcontinent, as it migrated northward following the opening of Neotethys further in the south (Sosson *et al.*, 2010).

Over 1500 metres of shallow water sediments of mixed carbonate–terrigenous nature (alternations of marly–sandy limestones, shales and quartzites) accumulated on this Gondwanan passive margin. The Middle Devonian (Eifelian to Givetian) part of the Palaeozoic sedimentary pile has a restricted distribution in Armenia; it is only detected along the boundary with Nakhichevan. It is mainly the Upper Devonian part of the pile that crops out in Armenia; it has been subdivided by Arakelian (1964a, b) into nine ‘formations’;

however, these successive units, although described based on a type locality, they were mainly characterized by their fossil record, rather than distinct lithological differences. In practice, most of the formations have very similar lithological characteristics and they cannot be recognized on the field without knowledge of their brachiopod assemblages. That is why they appear to correspond to horizons with different brachiopod assemblages; thus, they bear a biostratigraphic rather than lithostratigraphic significance (see Murphy & Salvador, 1999). The Frasnian stage is composed mainly of limestones and shales with some intercalations of quartzites. The Famennian has a wider distribution than the Frasnian in Armenia. It is characterized by the absence of corals and the abundance of brachiopods; it is made of limestones, sandy limestones, shales, sandstones and quartzites.

Material and methods

The studied material comes from a ca. 25 m-thick continuous carbonate sequence composed of brachiopod rich well-bedded limestones displaying a more or less clear nodular aspect. It is part of a much thicker section that crops out along a mountain path originated from the ruins of Ertych village and leading to a tiny church hidden in the mountains at the locality known as Djravank (N39° 43' 22", E45° 16' 07"). The outcrop is named after the Djrovank abandoned church; it is exposed 500 meters to south-southwest from the Ertych section, on the left slope of a valley upon which the church was built. The section is composed essentially of quartzites, black shales and massive limestones, but the top is distinguished by its interbedding of different types carbonate rocks.

The conodont assemblage discussed in this paper comes from a nodular limestone (sample Dj17–12), full of brachiopods, which was processed with formic acid at the Geological Institute (Yerevan). Several tens of conodont elements were recovered and picked up in Yerevan. Some of them were mounted on SEM stubs and gold coated for ca. 2 minutes. They were photographed with the help of a ZEISS EVO 10 Scanning Electron Microscope hosted with the Palaeontology team of Lille University (UMR 8198 Evo-Eco-Paleo). Complementary observations were made in Paris.

Results

The conodont assemblage discussed in this paper comes from a 2.5 m-thick interval of grey nodular limestones, full of brachiopods (fig.2a–b). Thin section observations of the studied sample Dj17–12 reveal a sandy wackestone/packstone in which may be observed elements derived from echinoderms (fig.2c–d).

Several tens of conodont elements were recovered from the processed sample Dj17–12. Some of them belong clearly to the genus *Icriodus*, characterized by a drop-like outline of the platform and by the absence of a basal platform, by the presence of 3 rows of denticles on their oral view and a basal

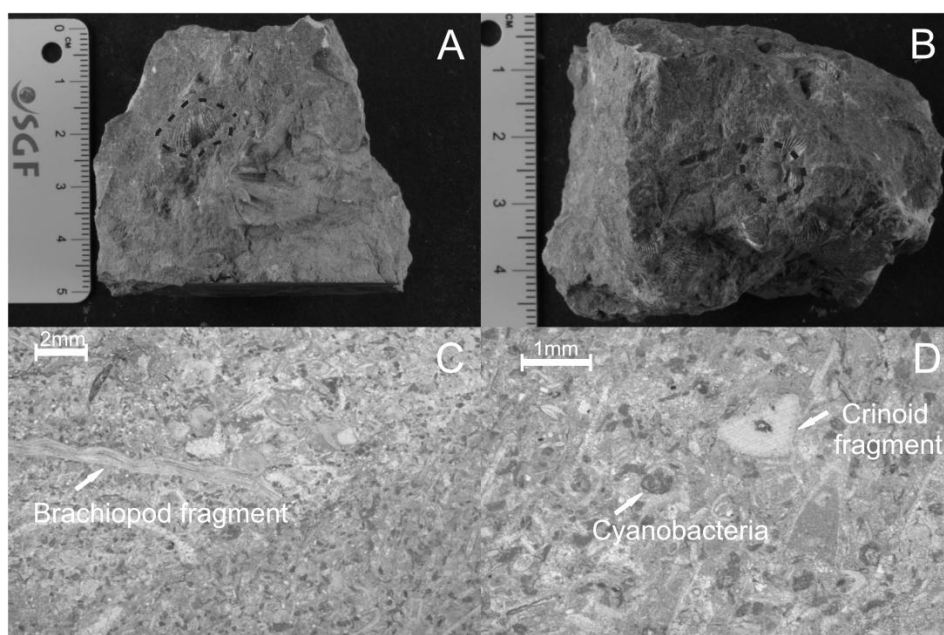


Fig.2. Illustration of the macrofacies (A–B) and microfacies (C–D) of the studied limestone sample Dj17–12.

cavity on aboral view. *Icriodus* conodont elements represent ca. 60 % of assemblage may be assigned to the genus *Icriodus* and 40% to the genus *Polygnathus*, more particularly, species *Icriodus cornutus* Sannemann (Pl. 1A–C) and subspecies *Icriodus iowaensis iowaensis* Youngquist & Peterson and (Pl. 1D) were able to be identified. Another genus that is abundant in our material is *Polygnathus* (Pl. 1E–G), representing ca. 40% of the studied conodont assemblage; it is represented by at least two species in our assemblage. One of the studied conodont elements resembles *Polygnathus bischoffi* Rhodes, Austin & Druce (Pl. 1H), although for the moment it cannot be identified with certainty.

Discussion

Fig.3 illustrates biostratigraphic correlations based on conodonts and their possible relation to the formations established by Arakelian in 1964. The latter is based on the work of Aristov, which was based essentially in studies conducted on sequences cropping out in Nakhichevan. Rzhonsnitskaya & Mamedov (2000) illustrated a correlation of the local biozonation of Aristov with the global conodont biozonation of the time, which was based on the study of Ziegler & Sandberg (1990). Spaletta *et al.* (2017) have recently discussed the age range of a large number of conodont species with reference to the most up-to-date global conodont biozonal scheme, with their supposed duration in the Devonian chapter of The Geologic Time Scale published in 2012 (Gradstein *et al.*, 2012).

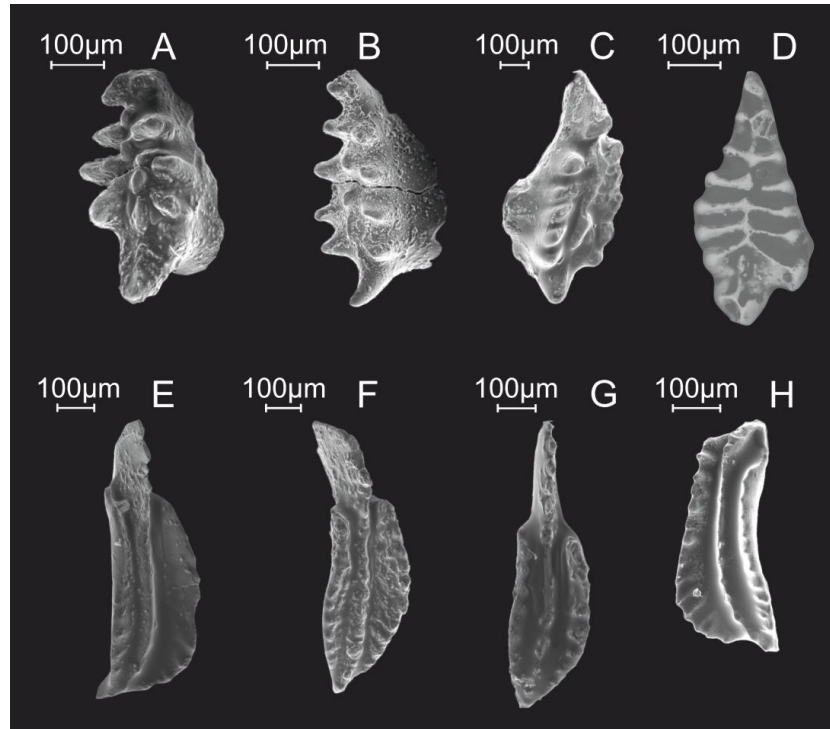


Plate 1. Scanning electron micrographs of conodont elements retrieved from sample Dj17/12 of the Djrovank section. A–C) *Icriodus cornutus*; D) *Icriodus iowaensis iowaensis*; E–G) *Polygnathus* sp.; H) *Polygnathus* sp.cf. *P.bischoffi*.

In the right part of fig.3 we have drawn the age range of the 2 *Icriodus* species/subspecies identified with certainty in this study. Species *Icriodus iowaensis iowaensis* is known since the Frasnian and ranges till the middle part of the *Palmatolepis rhomboidea* conodont zone of the new global zonation, while species *Icriodus cornutus* first occurs in the middle part of the lower Famennian *Palmatolepis delicatula platys* conodont zone and extends up to the Middle Famennian. The co-occurrence of these 2 species in sample Dj17–12 allows correlating it mainly with the Early Famennian.

Conodonts are influenced by several ecological factors, including depth, and can therefore be considered as palaeoenvironmental indicators (Seddon & Sweet, 1971). The 60% *Icriodus*–40% *Polygnathus* assemblage of sample Dj17–12 represents a typical polygnathid–icriodontid biofacies. A similar biofacies was described by Seddon (1970) in the Canning Basin of Australia, where in addition to a deep water *Palmatolepis* biofacies he recognized an *Icriodus* biofacies confined to shallower areas, in which *Icriodus* and *Polygnathus* were dominant. Sandberg (1976) has distinguished five biofacies in the Devonian of western North America, including the polygnathid–icriodontid biofacies, which he regarded as shallow water deposits. Sandberg &

Series	Stages	Sub-stages	Formations (Arakelian, 1964)	Local conodont zones (Aristov, 1994)	Previous	Actual
Lower Carbon.	Tourn.	Lower	Geran-kalasy	<i>Polygnathus inornatus</i> <i>Siphonodella</i>	<i>sulcata</i>	<i>Protognathodus kockeli</i>
Upper Devonian	Famennian	Uppermost	Arshakiakhpur	<i>Pelekysgnathus superstes</i> <i>Polygnathus inornatus</i>	<i>praesulcata</i> U M	<i>Bispathodus ultimus</i>
				<i>Pelekysgnathus superstes</i> <i>Icriodus costatus</i>	<i>expansa</i> U M	<i>Bispathodus costatus</i> <i>Bispathodus ac. aculeatus</i>
			Gortun	<i>Pelekysgnathus inclinatus</i>	<i>postera</i> L	<i>Palmatolepis gr. expansa</i>
				<i>Polygnathus semicostatus</i> <i>Pelekysgnathus inclinatus</i>	<i>postera</i> U L	<i>Palmatolepis gr. manca</i> <i>Polygnathus styriacus</i>
		Middle	Shama-midzor	<i>Polygnathus semicostatus</i> <i>Schaphignathus velifer</i>	<i>trachytera</i> U L	<i>Pseudopolygnathus granulatus</i> <i>Palmatolepis r. trachytera</i>
					<i>marginifera</i> U	<i>Scaphignathus v. velifer</i>
			Kadrlu	<i>Polygnathus semicostatus</i> <i>Icriodus cornutus</i>	<i>marginifera</i> M	<i>Palmatolepis marg. utahensis</i>
					<i>rhomboidea</i> L	<i>Palmatolepis marg. marginifera</i> <i>Palmatolepis gr. gracilis</i> <i>Palmatolepis rhomboidea</i>
		Lower	Ertych	<i>Polygnathus brevilaminus</i> <i>Icriodus cornutus</i>	<i>crepida</i> Um U M	<i>Palmatolepis gl. pectinata</i> <i>Palmatolepis gl. prima</i> <i>Palmatolepis termini</i>
					<i>crepida</i> L	<i>Palmatolepis crepida</i>
					<i>triangularis</i> U	<i>Palmatolepis min. minuta</i>
			Noravank	<i>Polygnathus brevilaminus</i>	<i>triangularis</i> M	<i>Palmatolepis del. platys</i>
					<i>triangularis</i> L	<i>Palmatolepis triangularis</i>
						<i>Palmatolepis subperlobata</i>

Icriodus cornutus
Icriodus iowaensis iowaensis

Fig.3. Stratigraphic correlation scheme of the Famennian formations recognized by Arakelian (1964) with the local conodont zones of Aristov (1994) and the international standard conodont zonation as it was published by Ziegler & Sandberg (1990; modified after Rzhosnitskaya and Mamedov 2000). To that we have added the new global zonation scheme and age range of the 2 identified *Icriodus* species/subspecies, based on Spaletta *et al.* (2017).

Dreesen (1984) presented an icriodontid biofacies model in Belgium in which the polygnathid–‘icriodontid’ biofacies is present in shoal setting environments. Therefore, the conodont assemblage extracted from sample Dj17–12 from Armenia may be regarded as a shallow water biofacies.

Conclusions

The study of conodonts is fundamental for the biostratigraphic study of the Mid Palaeozoic sequences of Armenia, as it will allow to correlate them confidently with the global geological time scale. Our preliminary study highlights the need of modern micropalaeontological and biostratigraphic studies on conodonts from Armenia, as despite the outstanding work that was

conducted by Arakelian and Abrahamyan after the World War II, the Devonian sequences of Armenia and their fauna need re-evaluation with modern standards.

Acknowledgments

V. Serobyanyan and R. Maiylyan benefitted of an Erasmus grant– International Credit Mobility programme for their mobility to the University of Lille in 2016 and 2018, respectively; T. Danelian and A. Grigoryan are also grateful to the Erasmus programme for funding their staff mobility in June 2018 and January 2019, respectively; the Ph.D studies of V. Serobyanyan at the University of Lille are funded by the French Embassy in Erevan. Fieldwork logistics was facilitated and partly funded by the Institute of Geological Sciences of the NAS of RA. We are grateful to S. Clausen (Lille) for help with the SEM and to the Région Hauts-de-France, and the Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (CPER Climibio), and the European Fund for Regional Economic Development for financial support with the SEM.

References

- Abich H.** 1858. Vergleichende geologische Grundzüge der Kaukasischen, Armenischen und Nordpersischen Gebirge. Prodrum einer Geologie der kaukasischen Länder. Memoirs de l'Académie des sciences de Saint Petersburg, Science, mathem. et phys., part 1, series 6, v. 7, p.359–534.
- Abrahamyan M.S.** 1954. New brachiopod species from the Famennian of Armenia. Proceed. of AS Arm. SSR, v. 7, 2, p.65–71.
- Abrahamyan M.S.** 1957. Brachiopods of the Upper Famennian and Etroeungt deposits of the South–Western Armenia. Yerevan, AS Arm. SSR, p.1–142.
- Abrahamyan M.S.** 1959. New brachiopod species from the Upper Famennian of Armenia). Proceedings of AS Arm. SSR, v. 12, 6, p.4–10.
- Abrahamyan M.S.** 1974a. Description of fauna, Devonian System. Phylum Brachiopoda, brachiopods. in: Akopyan V.T. (Ed.), Atlas of the fossil fauna of the Armenian SSR, Yerevan, AS Arm. SSR, p.48–64.
- Abrahamyan M.S.** 1974b. Description of fauna, Carboniferous System. Phylum Brachiopoda, brachiopods. in: Akopyan V.T. (Ed.), Atlas of the fossil fauna of the Armenian SSR, Yerevan, AS Arm. SSR, Yerevan, p.77–85.
- Alekseeva R.E., Afanasjeva G.A., Grechishnikova I.A., Oleneva N.V. & Pakhnevich A.V.** 2018. Devonian and Carboniferous Brachiopods and Biostratigraphy of Transcaucasia. Pal. Jour., v. 52, 8, p.829–967.
- Arakelyan R.A.** 1964a. Devonian. in: Mkrtchyan S.S., Vardanyants L.A., Gabrielyan A.A., Maghakyan I.G., Paffenholz C.N (Eds.), Geology of the Armenian SSR, Yerevan, AS Arm. SSR, v. 2, p.46–96.
- Arakelyan R.A.** 1964b. Carboniferous. in: Mkrtchyan S.S., Vardanyants L.A., Gabrielyan A.A., Maghakyan I.G., Paffenholz C.N (Eds.), Geology of the Armenian SSR, Yerevan, AS Arm. SSR, v. 2, p.96–118.
- Aristov V.A.** 1994. Conodonts from the Devonian and Lower Carboniferous of Eurasia: communities, zonation and correlation of heterofacial deposits. Proceed. GI RAS, v. 484, p.1–193.
- Armstrong H.A. & Brasier M.D.** 2005. Microfossils, 2nd. Oxford, Ed. Blackwell Publ. Ltd, p.1–296.
- Blieck A., Turner S., Burrow C.J., Schultze H.–P., Rexroad C.B., Bultynck P. & Nowlan G.S.** 2010. Fossils, histology, and phylogeny: why conodonts are not vertebrates. Episodes, v. 33, 4, p.234–241.
- Bonnet P.** 1947. Description géologique de la Transcaucasie méridionale. Mémoires de la Société Géologique de France, Nouvelle série, v. 25, 53, p.1–263.

- Briggs D.E.G., Clarkson E.N.K. & Aldridge R.J. 1983. The conodont animal. *Lethaia*, v. 16, p.1–14.
- Denayer J. & Hoşgör I. 2014. Lower Carboniferous rugose corals from the Arabian Plate: An insight from the Hakkari area (SE Turkey). *Journal of Asian Earth Sciences*, v. 79, p.345–357.
- Frech F. & Arthaber H. 1900. Über das Paläozoicum in Hocharmenien und Persien mit einem Anhang über die Kreide von Sirab in Persien. *Beiträge zur Geologie und Paläontologie Österreich–Ungarns und des Orients*, v. 12, p.161–208.
- Ginter M., Hairapetian V. & Grigoryan A. 2011. Chondrichthyan microfossils from the Famennian and Tournaisian of Armenia. *Acta Geol. Pol.*, v. 61, 2, p.153–173.
- Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D. & Ogg G.M. eds. 2012. *The Geological Time Scale* Amsterdam, Elsevier, 2 vols., p.11–44.
- Lisitsyn K.I. 1913. On Lower Carboniferous Beds in the Arpachai River Estuary of Erivan Province. *Annual of geol. and min. of Russia*, v. 15, 2–3, p.82–83.
- Murphy M. A. & Salvador A. 1999. *International stratigraphic guide—an abridged edition*. Episodes, v. 22, 4, p.255–271.
- Sandberg C. A. 1976. Conodont biofacies of the Late Devonian *Polygnathus styriacus* Zone in western United States. In C.R. Barner (Ed.), *Conodont paleoecology*. Geol. Assoc. of Canada, Spec. Paper 15, p.171–186.
- Sandberg C. A. & Dreesen R. 1984. Late Devonian icriodontid biofacies models and alternate shallow–water conodont zonation. In D.L. Clark (Ed.), *Conodont biofacies and provincialism*. GS of America, Special Paper 196, p.143–179.
- Seddon G. 1970. Frasnian conodonts from the Sadler Ridge–Bugle Gap area, Canning Basin, Western Australia. *Jou. GS of Australia*, v. 16, p.723–753.
- Seddon G. & Sweet W. C. 1971. An ecologic model for conodonts. *Jour. of Paleon.*, v. 45, 5, p.869–880.
- Serobyan V., Grigoryan A., Mottequin B., Mayilyan R., Crônier C. & Danelian T. 2019. Biostratigraphy of the Upper Devonian Trigonirhynchiid Brachiopods (Rhynchonellida) from Armenia, *Proceedings of NAS RA. Earth Sciences*, in press.
- Sosson M., Rolland Y., Müller C., Danelian T., Melkonyan R., Kekelia S., Adamia S., Babazadeh V., Kangarli T., Avagyan A., Galoyan G. and Mosar J. 2010. Subductions, obduction and collision in the Lesser Caucasus (Armenia, Azerbaijan, Georgia), new insights. in: M. Sosson N. Kaymakci, E. A. Stephenson, F. Bergerat and V. Starostenko, (Eds), *sedimentary Basin Tectonics from the Black Sea and Caucasus to the Arabian Platform*. Geological Society, London, Special Publications, v. 340, p.329–352.
- Spaletta C., Perri M.C., Over D.J. & Corradini C. 2017. Famennian (Upper Devonian) conodont zonation: revised global standard. *Bulletin of Geosciences*, v. 92, p.31–57.
- Stampfli G., Von Raumer J.F. & Borel G.D. 2002. Paleozoic evolution of pre–Variscan terranes: From Gondwana to the Variscan collision, in Martinez–Catalán J.R., Hatcher R.D., Jr., Arenas R. & Diaz Garcia F. (Eds.), *Variscan–Appalachian dynamics: The building of the late Paleozoic basement*, Boulder, Colorado, GS of America, Spec. Paper, v. 364, p.263–280.
- Ziegler W. & Sandberg C.A. 1990. The Late Devonian Standard Zonation. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, v. 121, p.1–115.

**ՋՐԱՎԱՆՔԻ ԿՏՐՎԱԾՔԻ ՖԱՄԵՆԻ ՀԱՄԱԿԻ (ՈՒՇ ԴԵՎՈՆ)
ԲՐԱԽԻՈՂՈՂԱՅԻՆ ԿՐԱՔԱՐԵՐԻ ԿՈՆՈՂՈՆՏԱՅԻՆ ՀԱՄԱԼԻՐԸ
(ՀԱՐԱՎԱՅԻՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆ)**

**Գրիգորյան Ա., Մերոբյան Վ., Ռանդոն Կ., Ավագյան Ն.,
Մայիլյան Ռ., Դանիելյան Տ.**

Ամփոփում

Կոնոդոնտային բազմաթիվ էլեմենտներ են կորզվել բրախիոպոդներով հարուստ ավազային կրաքարից, թթվով հինգ նմուշ մշակելուց հետո: Նմուշը վերցվել է լավ շերտավորվածությամբ արտահայտված նոդուլային կրաքարերից կազմված մոտ 25մ հզորությամբ նստված–

քային հաջորդականությունից, որոնք մերկանում են վերջերս ուսումնասիրված Ջրավանքի կտրծվածքի երկայնքով: Կտրվածքը տեղակայված է Արփի գյուղից հարավ, Արփա գետի աչափնյա մասում: Սկանային էլեկտրոնային մանրադիտակի միջոցով կոնոդոնտների հետազոտությունները թույլ են տալիս ճանաչել *Icriodus cornutus*, *I. iowaensis iowaensis* և *Polygnathus* sp.cf. *P.bischoffi* տեսակները, որոնց տարիքը որոշվում է որպես վաղ ֆամեն: *Icriodus* և *Polygnathus* տարրերի 60-40% հարաբերական առատությունը ներկայացնում է icriodontid–polygnathid կենսապայմանները, որոնք բնորոշ են տիպիկ ծանծաղ ծովային միջավայրին:

ФАМЕНСКИЙ (ПОЗДНЕДЕВОНСКИЙ) КОМПЛЕКС КОНОДОНТОВ ИЗ БРАХИОПОДОВЫХ ИЗВЕСТНЯКОВ РАЗРЕЗА ДЖРАВАНК (ЮЖНАЯ АРМЕНИЯ)

**Григорян А., Серобян В., Рандон К., Авагян Н., Маилян Р.,
Данелиан Т.**

Резюме

Многочисленные элементы конодонтов были извлечены из песчаного известняка, богатого брахиоподами. Образец был взят из приблизительно 25 метровой толщи с хорошо выраженной слоистостью желвакообразных известняков, обнажающиеся вдоль недавно изученного разреза (Джраванк), расположенного южнее села Арпи на правом берегу реки Арпа. Изучение конодонтов с помощью сканирующего электронного микроскопа позволяют идентифицировать виды *Icriodus cornutus*, *I. iowaensis iowaensis* и *Polygnathus* sp.cf. *P.bischoffi*, что указывает на их раннефаменский возраст. Значительное присутствие конодонтовых элементов *Icriodus* и *Polygnathus* (60–40%) представляют конодонтные биофаии икриодонтид и полигнатид, типичные для мелководных бассейнов.

**ՍՈՄԽԵԹԱ-ՂԱՐԱԲԱՂԻ ՏԵԿՏՈՆԱԿԱՆ ԳՈՏՈՒ ՅՈՒՐԱՅԻ
ՀԱՍՏԱԿԻ ԿՂԶԱՂԵՂԱՅԻՆ ՄԱԳՄԱՏԻՋՍԸ**

Աթայան Լ.Ս.

*ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ
0019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյան պ.24ա, ՀՀ
E-Mail: Lousineatayan@yahoo.com
Հանձնված է հրատարակչություն 06.03.2019*

Ամփոփվել են Սոմխեթ-Ղարաբաղի (ՍՂ) տեկտոնական գոտու յուրայի հասակի մագմատիկ առաջացումների մասին պետրոլոգիական տվյալները: Մագմատիզմն ընթացել է միջին և ուշ յուրայի դարաշրջաններում: Հրաբխականությունը կրել է գլխավորապես ստորջրյա բնույթ: Երկրաքիմիական տվյալների վերլուծության արդյունքում ՍՂ գոտու և՛ Սոմխեթի, և՛ Ղարաբաղի սեգմենտների մագմատիկ առաջացումներում միջին յուրայի ժամանակաշրջանում մեր կողմից ևս հայտնաբերվել են բոնինիտներ, որոնք սույն ժամանակաշրջանի մյուս մագմատիտներից կտրուկ առանձնանում են MgO , Ni , Cr համեմատաբար բարձր պարունակություններով: Հաստատվել է բոնինիտային մագմայի հնարավոր էվոլյուցիան բոնինիտ-անդեզիտ-դալիտ-ռիոլիտային դիֆերենցիացիոն շարքով, ինչը խոսում է ՍՂ էնսիմատիկ բնույթի հիմքի մասին: Ըստ CaO/Al_2O_3 հարաբերության (<0.7), այդ շարքի ապարները պատկանում են ցածր կալցիումային բոնինիտային սերիային: Վերին յուրայի անդեզիտ-դալիտային շարքի որոշ ապարների՝ ադաքիտներին բնորոշ երկրաքիմիական առանձնահատկություններից (օր., $SiO_2 > 56\%$, $Sr > 300ppm$, $Y < 19ppm$, $La/Yb > 7$) ելնելով՝ առաջին անգամ առաջ է քաշվել հնարավոր ադաքիտային մագմատիզմի գաղափարը ուշ յուրայում: Այդ ապարները ձևավորվել են բազալտների հալման արդյունքում՝ սուբդուկցիոն երկրադինամիկ պայմաններում, հարուստ են Mg ($MgO > 2\%$) և պատկանում են բարձր մագնեզիումային ադաքիտային սերիային:

Հանգուցային բառեր՝ Փոքր Կովկաս, սուբդուկցիա, կղզային աղեղ, բոնինիտային, ադաքիտային մագմատիզմ

Ներածություն

Փոքր Կովկասի երկրաբանական կառուցվածքում մեծ դերակատարում ունեն մեզոզոյան հասակի հրաբխային առաջացումները (հայտնի են դեռևս Հ.Աբիխի և Ֆ.Օսվալդի հետազոտություններից), որոնք լայնորեն տարածված են Սոմխեթ-Ղարաբաղի (ՍՂ) տեկտոնական գոտում և Սպիտակ-Կապանի (ներառելով Ծաղկունյաց մետամորֆային զանգվածը և Կապանի բլուրը) զոնայում (Галоян и др., 2013; Galoyan et al., 2018 և այլն): ՍՂ զոնայի (գոտու, տերեյնի կամ սուբտե-

բեյնի) կազմում հանդիպող երկրաբանական միավորները շարունակվում են Վրաստանի հարավով դեպի արևմուտք՝ Պոնտիդներ (Թուրքիա)՝ կազմելով Մեզոգոյան Պոնտյան-Փոքր Կովկասյան կղզային աղեղը (Лордкипанидзе, 1980):

Յուրայի հասակի մագմատիկ ապարների ուսումնասիրությունը կարևոր նշանակություն ունի ինչպես տեղական, այնպես էլ ռեգիոնալ բնույթի պետրոգենետիկ, երկրաժամանակագրական և երկրադինամիկ հետազոտությունների համատեքստում: Ուսումնասիրվող գոտու միջանկյալ մասը տեղաբաշխված է արևմտյան Ադրբեջանում, որի վերաբերյալ առկա են մեզոգոյան պլուտոնիկ համալիրների հասակային և երկրաքիմիական նոր տվյալներ (Садыгов, 2019), սակայն երկրաքիմիական անալիզների ցուցակի բացակայության պատճառով սույն հոդվածում այդ տվյալների համալրում և համեմատական վերլուծություն չի կատարվել: Նշված գոտու Ղարաբաղի և Սումխեթի սեզմենտների մասին նորագույն տվյալները, ժամանակակից երկրաքիմիական անալիտիկ հենքով և նոր U-Pb հասակագրումներով, ներկայացվել են վերջին տարիներին հայ-թայվանական և հայ-շվեյցարական խմբերի կողմից (Галоян и др., 2013; Mederer et al., 2014; Galoyan et al., 2018): Տվյալ աշխատանքում ամփոփվում են ՄՂ տեկտոնական գոտու հարավարևելյան (Արցախի տարածք) և հյուսիս-արևմտյան (ՀՀ Լոռու և Տավուշի մարզեր) սեզմենտների մագմատիկների վերաբերյալ առկա պետրոլոգիական-երկրաքիմիական տվյալները՝ համեմատելով մագմատիկ ապարների կազմերը և՛ սույն սեզմենտներում, և՛ Պոնտիդների հետ՝ փորձելով պարզել ՄՂ կղզադեղային համակարգի մագմատիզմի էվոլյուցիան յուրայի դարաշրջանում: Ուսումնասիրվել է շուրջ 500 նմուշ, որոնց համար կատարվել է մանրակրկիտ պետրոգրաֆիական նկարագրություն: Աշխատանքում բերվում է էֆուզիվ ապարների շատ հակիրճ և ամփոփ պետրոգրաֆիական բնութագիրը:

1. Շերտագրական ակնարկ

ՄՂ տեկտոնական գոտին առաջին անգամ առանձնացվել է Լ.Լեոնտևի կողմից (Леонтьев, 1949): Հյուսիս-արևմուտքից դեպի հարավարևելք շուրջ 350 կմ ձգվող ՄՂ անտիկլինորիումը կազմված է հիմնականում յուրայի, մասամբ՝ կավճի, էոցենի և միոցեն-պլիոցենի հասակի առաջացումներից (Леонтьев, 1949; Асланиян, 1958; Паффенгольц, 1959; Сопко, 1961; Азарян, 1963; Абдуллаев, 1963; Лебедев, Малхасян, 1965; Мелконян 1970; Мандалян, Степанян, 2008 և ուր.): Ուսումնասիրվող գոտու հյուսիս-արևմտյան հատվածում՝ Սումխեթի սեզմենտում, յուրայի հասակի առաջացումները ներկայացված են բոլոր երեք՝ ստորին, միջին և վերին բաժիններով (Леонтьев, 1949; Асланиян, 1949, 1958; Азарян, 1963 և ուր.): Կտրվածքների ամփոփ նկարագրությունն ըստ գրականության և պլուտոնիկ ապարների նորագույն երկրաժամա-

նակագրական ճշգրտումները բերված է վերջին շրջանի մեր հրատարակումներում (Галоян и др., 2013; Galoyan et al., 2018):

Ստորին յուրայի (հնում՝ լեյաս) ու ստորին աալենի (վաղ-միջին յուրա) առաջացումները մերկանում են Լոքի զանգվածի ծայրամասում (Վրաստանի Հանրապետություն) և ներկայացված են բացառապես տերիգեն առաջացումներով (մոտ 400մ հզորությամբ): Դրանք փոքրիկ ելքով, 180-250մ հզորությամբ, հայտնաբերվել են նաև Շամշադինի (Տավուշի) անտիկլինորիումի միջուկում (Азарян, 1963; Мандалаян, Степанян, 2008): Միջին յուրան (բայոս, բաթ, քելովեյ) ներկայացված է հզոր հրաբխածին և հրաբխանստվածքային, մասամբ էլ նստվածքային հաստվածքով (միասին՝ մինչև 2-2.5կմ հզորությամբ):

Սոմխեթի սեգմենտի (միայն Հայաստանում) սահմաններում համեմատաբար լավ է ուսումնասիրված Ալավերդու անտիկլինորիումի շերտագրությունը: Այստեղ ամենահին (միջին յուրայի սկիզբ) հրաբխածին առաջացումները *դեբեդի շերտախմբի* 300-550մ (Сопко, 1961) լավային և տուֆային ապարներն են: Հաջորդը անդեզիտ-դալիտային կազմի *կոշաբերդի շերտախմբի* (Грушевой, 1935) պիրոկլաստիկ առաջացումներն են՝ 100-400մ հզորությամբ (Сопко, 1961), որոնք տարածվում են Դեբեդ-Աղստև միջազետքում: Երբեմն հանդիպում են ոչ հզոր էֆուզիվ հոսքեր և տուֆիտների ենթաշերտեր: Վերջիններս ծածկվում են *ալավերդի-շամլուդի շերտախմբի* հրաբխածին-նստվածքային (ազլումերատներ, տուֆեր, տուֆիտներ, թթու լավաներ, մոտ 400մ հզ-մբ) ապարներով՝ հիմքում վերին բայոսի ամոնիտներով (Азарян, 1963): Բայոսի առաջացումների ընդհանուր հզորությունը կազմում է շուրջ 1700-2000մ: Բաթի հարկի առաջացումներն անմիջապես շարունակում են բայոսին և ունեն, համեմատաբար, սահմանափակ տարածում (մինչև 120մ հզ-մբ): Հանդիպում են Ալավերդու հանքային շրջանի միայն արևմտյան մասում և ներկայացված են հրաբխածին ու հիմնականում նստվածքային ապարներով՝ *շահթախտի շերտախումբ* (Азарян, 1963): Այս հասակի ապարները լայն տարածում ունեն արևելքում՝ Տավուշի մարզում և Ադրբեջանի տարածքում (շուրջ 1000մ հզորությամբ):

Վերին յուրան ներկայացված է օքսֆորդի հարկի նստվածքային, հրաբխանստվածքային և հրաբխածին առաջացումներով (400մ հզ-մբ): Հրաբխածին առաջացումները (պեռլիտային տուֆեր, «ավգիտային պորֆիրիտներ») լայն տարածում ունեն Ալավերդու և Իջևանի շրջաններում, որոնք ներկայացված են գլխավորապես պիրոկլաստիկ և տուֆանստվածքային ապարներով (Асланян, 1949, 1958; Азарян, 1963; Лебедев, Малхасян, 1965 և ուր.): Տավուշի մարզում, Ադրբեջանի արևմուտքում և Արցախի տարածքում օքսֆորդի վերին մասը (հնում լուգիտանի հարկ) ներկայացված է բացառապես կորալային և օօլիտային կրաքարերով (Леонтьев, 1949): Աղստև և Հախում գետերի ջրբաժանում՝ գ.գ. Գանձաքար-Իծաքար գրունտային ճանապարհի կողքերին նույնպես մերկանում են օքսֆորդի հասակի տուֆիտները և կրաքարերը,

որոնցում հանդիպել ենք ոչ թարմ փիլոու լավաների հոսք մոտ 50-60մ հզ-մբ, որոնք պարունակում են կրաքարային ցեմենտ և ոսպնյակներ (Galoyan et al., 2018):

Ինտրուզիվ առաջացումներն ուսումնասիրված տարածքում հայտնի են հիմնականում *պլազիոգրանիտային* ու *տոնալիտային* ֆորմացիոն տիպերով (Магм. и метам. форм. АрмССР, 1981): Միջին յուրայում Ալավերդու անտիկլինորիումի հատվածում ամենահայտնին Հաղպատի պլազիոգրանիտային կազմի ոչ մեծ (մոտ 6կմ²) զանգվածն է: Վերջինիս կազմում առանձնացվում են գաբրոիդային ֆազի ապարների ոչ մեծ (≤ 1.5 կմ²) ելքեր (Мелконян, 1970): Տավուշի անտիկլինորիումում այս հասակի մեջ են մտնում երկու խոշոր՝ Տավուշի և Խնձորուտի ինտրուզիվ մարմինները, որոնք մերկանում են համանուն գետերի ավազաններում, մոտ 50կմ² մակերեսով և ներկայացված են պլազիոգրանիտային, պլազիոգրանիտ-պորֆիրային ու վարդագույն գրանիտների համալիրով (Казарян и др. 1966; Магм. и метам. форм. АрмССР, 1981; Мелконян, 1989; Galoyan et al., 2018 և ուր.):

Ուշ յուրայի ժամանակաշրջանում ՄՂ տեկտոնական գոտու *տոնալիտային ֆորմացիայում* ամենամեծը (մոտ 90կմ²) Կողբ-Շնողի բազմաֆազ ինտրուզիան է, որն բաղկացած է քվարցային դիորիտ-տոնալիտներից (I ֆազ), լեյկոգրանիտներից (II ֆազ) (Казарян и др. 1966; Мелконян, 1970, 1989; Мелконян, Гукасян, 2004): Ճոճկանի ելքը (տոնալիտներ, վարդագույն գրանիտներ) հանդիսանում է վերջինիս հյուսիս-արևմտյան շարունակությունը Դեբեդ գետի ձախ ափին: Ծաղկաշատի շուրջ 4կմ² մակերեսով պոլիֆազ մասիվը նույնպես հանդես է գալիս 2 ֆազերով՝ բիոտիտ-հորնբլենդային տոնալիտներ և քվարցային դիորիտներ (I ֆազ), շտոկանման լեյկոկրատ գրանիտային մարմիններ (II ֆազ): Ներկայացված են նաև երակամագմային ֆացիաներով (տրոնդյեմիտ, պլազիոկլադիտ, ապլիտ, պեգմատիտ) (Мелконян, 1989):

Ղարաբաղի սեզմենտում՝ ՄՂ տեկտոնական գոտու հարավարևելյան հատվածում, յուրայի հասակի առաջացումները ներկայացված են ստորին(?)-միջին և վերին բաժիններով (Абдуллаев, 1963; Абдуллаев и др., 1988): Ստորին(?)-միջին յուրայի (բայոս, բաթ) առաջացումները մերկանում են Մռավասարի, Ղարաբաղի, Բերձորի և Աղդամի անտիկլինորիումներում՝ ձևավորելով բազալտ-անդեզիտ-դացիտ-ռիոլիտային էֆուզիվ (500-2600մ, Мустафаев, 2001) և գաբրո-պլազիոգրանիտային ինտրուզիվ ֆացիաները: Այս հասակի մեջ ամենահայտնին Բերդաձորի (Բյուլուլդուզի) խոշոր շուրջ 60կմ² մակերեսով ինտրուզիան է (~98% պլազիոգրանիտներ, նաև գաբրոներ, երակային գրանիտներ) Բերձորի (Լաչինի) անտիկլինորիումում (Абдуллаев и др., 1974): Ուսումնասիրվող սեզմենտում քելովեյ-ստորին օքսֆորդի հասակի առաջացումները՝ ներկայացված պիրոկլաստիկ և նստվածքային ապարներով, մասնակցում են մի շարք անտիկլինալ և սինկլինալ կառույցներում (Шихалибейли и др., 1994):

Վերին յուրան շարունակվում է օբսֆորդի նստվածքային՝ տերիգեն և կարբոնատային (Շուշիի պլատո և այլն) ֆացիաներով, որոնք մերկանում են Թարթառ, Խաչեն, Քարքար գետերի ավազաններում, մինչև 350մ հզորությամբ (Шихалибейли и др., 1994): Քիմերիջը հանդիպում է Մռավասարի անտիկլինորիումում և Հաթերքի, Մարտակերտի ու Հադրութի սինկլինորիումներում՝ նստվածքային, հրաբխանստվածքային ու հրաբխային ֆացիաներով: Էֆուզիվ ֆացիան ներկայացված է միջին-թթու կազմի վուլկանիտներով, գերակշռում են պիրոկլաստիկ առաջացումները (հզորությունը շուրջ 500մ) (Абдуллаев, 1963):

Քիմերիջ, տիտոն հասակի առաջացումների տարածման շրջաններում տեղադրված է գրանոդիորիտ-տոնալիտային կազմի Մեհմանայի ինտրուզիան (Шихалибейли и др., 1994; Мелконян и др., 2011; Галоян и др., 2013), այն մերկանում է Ադդամի անտիկլինորիումի սահմաններում, ներկայացված է հիմնականում տոնալիտներով, քվարցային դիորիտներով, գրանոդիորիտներով, ինչպես նաև՝ նրանցում առկա երակամագմային ֆացիաներով (ապլիտներ, պեգմատիտներ):

2. Հրաբխականությունը և ապարների պետրոլոգիական առանձնահատկությունները

ՄՂ գոնայի սահմաններում ուսումնասիրված հրաբխային առաջացումներում առանձնացնում են լավային, պիրոկլաստիկ և սուբվուլկանիկ ֆացիաներին պատկանող ապարներ: Հրաբխականությունը յուրայի ժամանակաշրջանում ընթացել է գլխավորապես ստորջրյա պայմաններում: Ջրի տակ հրաբխականությունն այլ բնույթ է ունենում, քան՝ ցամաքի վրա. արտազատվող գազերն ու թոչնոթ բաղադրիչները չեն տարածվում մթնոլորտում, այլ ֆիլտրվում են ջրի շերտերում՝ մասնակցելով մի շարք քիմիական ռեակցիաների (Авдейко и др., 1985): Յուրայի ժամանակաշրջանում հրաբխականության ստորջրյա բնույթի մասին խոսում են լավաներում սպիլիտների առկայությունը: Պարզված է, որ սպիլիտացումը տեղի է ունենում հենց օջախի ներսում, այլ ոչ թե ժայթքումից հետո. լավայի միներալիզատորները, տեղափոխվելով օջախի վերին մասերը, ջրի ազդեցության հետևանքով ստեղծում են համապատասխան պայմաններ, որոնց արդյունքում *անդեզիտը* կամ *լաբրադորը* վեր է ածվում *ալբիտի* (Дзоценидзе, 1962): Այդ իսկ պատճառով սպիլիտային առաջացումները կազմում են հրաբխանստվածքային ֆորմացիայի ստորին տեղամասերը, որոնց հաջորդում են դոլերիտները (դիաբազները): Բազալտային խմբի այս ապարները բնութագրվում են հիմնականում օֆիտային՝ դոլերիտային, դիաբազային, պոլիկլաօֆիտային, երբեմն էլ պորֆիրային ստրուկտուրաներով: Ապար կազմող գլխավոր միներալներն են՝ պլագիոկլազ (հաճախ ալբիտացված), պիրոքսեն (գերակշռում է մոնոկլինայինը), շատ քիչ քանակությամբ ամֆիբոլ, որոնք երբեմն հանդիպում են պիրոքսենների եզրային հատվածներում: Դոլերիտային տարատեսակներում պիրոք-

սենի հատիկների հետ մեկտեղ պլազիոկլազների լեյստերի արանքում երբեմն հանդիպում է պալագոնիտ:

Բազալտային խմբի ապարներին հաջորդում են բոնինիտները (միջին յուրա), որոնք հայտնաբերվել են Շուշի քաղաքից հարավ-արևմուտք՝ Շուշի-Բերձոր ավտոճանապարհի վրա (Остроумова, Центер, 1986; Магакян и др., 1993 և մեր դիտարկումները): Բոնինիտները ներկայացված են պորֆիրային ստրուկտուրայով: Խոշոր բյուրեղները հանդես են գալիս գլխավորապես պիրոքսենով (գերակշռում է ռոմբային պիրոքսենը՝ էնստատիտ, բրոնզիտ), շատ քիչ քանակությամբ մագնեզիումային օլիվինով (բավականին փոփոխված): Դաշտային սպարները բացակայում են: Հիմնական զանգվածի ապակին դեվիտրիֆիկացված է՝ տեղակալված գլխավորապես քլորիտով, պելիտ-կարբոնատով: Բոնինիտներին հաջորդում են փիլոու լավաները: Հանդիպում են ինչպես գնդերի (չափերը մինչև 40սմ – 2մ), այնպես էլ՝ միմյանց վրա դարսված, ձգված բարձավոր (կարասանման, ամեոբային) տարատեսակներով: Փիլոու լավաների ձևավորման համար անհրաժեշտ է ոչ միայն ջրային միջավայր, այլ նաև գազային ֆազի համապատասխան հագեցվածություն, նաև համապատասխան խորություն (Лебедев, Малхасян, 1965): Սովորաբար, այս լավաներն անցնում են կա մ նորմալ լավաների (պորֆիրային), կա մ էլ՝ համապատասխան կազմի կոպտակոտրոված պիրոկլաստոլիտների (ագլոմերատներ, բրեկչիաներ և այլն): Շերտավորված զանազան պիրոկլաստիկ առաջացումները կտրվածքներում հաճախ ծածկում են փիլոու լավաներին:

Միջին յուրայում, առհասարակ, վուլկանիտներում գերակշռող ապարներն անդեզիտներն են. դրանց հզոր հաստվածքի (1500-2600մ) առկայությունը մատնանշում է, որ մագմային օջախի մեջ ջրի մեծ (զգալի) քանակի ներհոսք է տեղի ունեցել, ինչը կարող էր պայմանավորված լինել օվկիանոսային կեղևի կլանմամբ: Հիմքային-միջին կազմի վուլկանիտները հանդես են գալիս ինչպես փիլոու լավաներով, այնպես էլ՝ մասիվ տարատեսակներով: Բնութագրվում են ինչպես պորֆիրային, գլոմերապորֆիրային, այնպես էլ՝ աֆիրային ստրուկտուրաներով և հիմնական զանգվածի ինտերսերտալ, պիլոտաքսիտային, հիալոպիլիտային, միկրոլիտային ստրուկտուրաներով: Բազալտային անդեզիտների ներփակումները ներկայացված են օրթո-, կլինոպիրոքսենի բյուրեղներով (մոտ 12%)՝ երբեմն՝ գլոմերապորֆիրային կուտակումներով, օլիվինային հատիկներով՝ ամբողջությամբ տեղակալված սերպենտինով, բոուլինգիտով, մանրահատիկ քվարցով (խալցեդոն): Հանդիպում են նաև պլազիոկլազի շատ քիչ քանակությամբ բյուրեղներ (3-6%), որոնք գրեթե ամբողջովին տեղակալված են պելիտ-կարբոնատային զանգվածով, էպիդոտով, հանքային միներալի կրիպտոբյուրեղային ներփակումներով: Հիմնական զանգվածը կազմում է շլիֆի մակերեսի շուրջ 75-80%: Ապակին երբեմն դեվիտրիֆիկացված է: Ոչ թարմ տարատեսակների հիմնական զանգվածները խորիտ-կարբոնատացված են կամ ներծծված հանքային միներալի փոշե-

հատիկներով, ներկայացված են ապոհիալինային, ապոհիալոպիլիտային ստրուկտուրաներով: Անդեզիտներն ու դացիտները հանդիպում են հաճախ պորֆիրային, հազվադեպ՝ աֆիրային և հիմնական զանգվածի՝ միկրոլիտային, հիալոպիլիտային, կրիպտո-միկրոբյուրեղային, ֆելզիտային ստրուկտուրաներով: Ֆենոկրիստալները ներկայացված են զոնալ պլազիոկլազով (3-4 զոնա)՝ 10-12% -ից մինչև 20% լաբրադոր-անդեզին, հատիկների չափերը 1.1-0.7մմ-ից մինչև 2.3-1.2մմ, տեղակալված են կարբոնատ-պելիտով, պրենիտով, քվարցի անջատումներով: Հանդես են գալիս նաև պիրոքսենի քլորիտացված, էպիդոտացված բյուրեղներով (5-6%): Կլինոպիրոքսենը ներկայացված է ավզիտով (cNg 46°): Հանդիպում են հորնբլենդի փոփոխված հատիկներ (3-4%), չափերը՝ 0.9-0.5մմ, քվարցի բյուրեղներ (մոտ 3-4%)՝ տեղակայված միջհատիկային տարածություններում: Հիմնական զանգվածը կազմում է շլիֆի մակերեսի շուրջ 60-70%: Ակցեսոր միներալներն են՝ հանքային միներալը, ապատիտը, լեյկոքսենը (սֆեն):

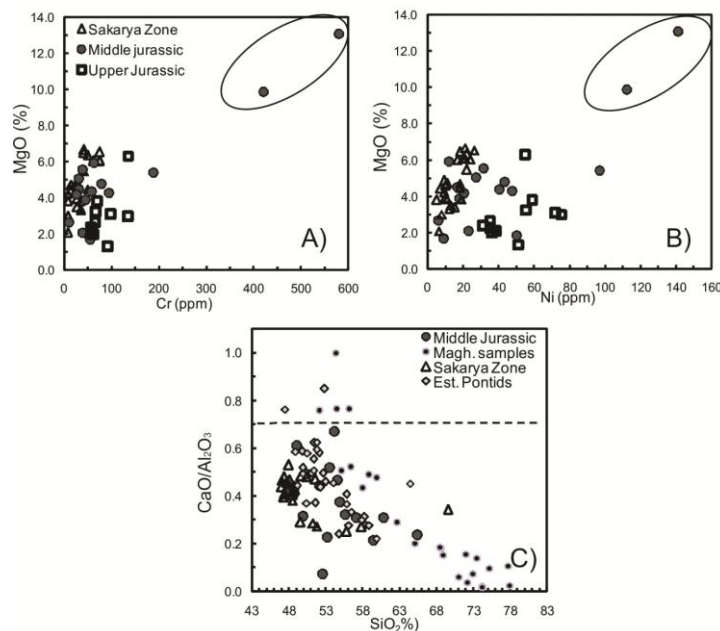
Թթու կազմի (հիմնականում ռիոլիտային) ապարները գլխավորապես հանդիպում են կտրող (սուբվոլկանիկ) մարմինների տեսքով՝ դայկաներ, սիլեր, սիլանման մարմիններ, որոնք առավելագույն տարածում ունեն հանքավայրային մասերում (օր., Շամլուղ, Ալավերդի): Ռիոլիտները (նախկին կերատոֆիրներ կամ ալբիտոֆիրներ) մակրոսկոպիկ ունեն ֆլյուիդալ տեսք՝ պայմանավորված բաց և մուգ գույներով, բնորոշվում են պորֆիրային (քվարց, դաշտային սպաթներ) և հիմնական զանգվածի՝ ֆելզիտային, միկրոֆելզիտային ստրուկտուրաներով:

Ստորջրյա հրաբխականության բնորոշ առանձնահատկություններից է նաև կանաչքարային փոփոխությունը՝ պրոպիլիտացումը: Ուսումնասիրվող գոտու հրաբխային ապարները ենթարկվել են տարբեր աստիճանի փոփոխությունների պրենիտ-պումպելիտային և կանաչքարային ֆացիաներում (ստորջրյա հոդմահարում): Ընդ որում, գերակշռում են էպիդոտն ու քլորիտը: Էպիդոտի գերակայությունից կախված՝ երբեմն ապարներն անցնում են էպիդոզիտի:

Շատ հատկանշական է այն փաստը, որ միջին յուրայի հասակի էֆուզիվ ֆացիայի ապարներն աչքի են ընկնում նշաքարային տեքստուրայով, ինչը կրկին խոսում է այդ ժամանակաշրջանում հրաբխականության ստորջրյա բնույթի մասին: Նշաքարային տեքստուրայով ապարները բաժանվում են երկու խմբի՝ նշերից գրեթե զուրկ ($\leq 5\%$) և նշերի պարունակությամբ (5-10% մինչև 50-60%): Բազալտ-անդեզիտային կազմի լավային հոսքերը, որոնք բնութագրվում են խոշոր, սակայն սակավ քանակությամբ նշերով, կազմում են հոսքի ստորին մասը: Հոսքի արտաքին զոնաներում նշերն ավելի մանր են. Համեմատաբար հարթ, հավասար կոնտուրներով, երբեմն՝ երկարաձգված հոսքի ուղղությամբ: Նշերն իրենց ներքին կառուցվածքով հիմնականում կոնցենտրիկ զոնալական են, միներալային կազմով՝ մոնո- կամ բիմիներալային: Լցված են հիմնականում քլորիտով, քվարցով (խալցեդոն), կալցիտ-կարբոնատով, էպիդոտ-ցոիզիտով, պրենիտով, ցեոլիտով:

Առկա են նաև դատարկություններ, որոնց առաջացումը պայմանավորված է ցածր ճնշմամբ և լավայի ցածր մածուցիկությամբ. զազերն ազատ տեղաշարժվելով՝ ձևավորել են տվյալ դատարկություններ: Այս պայմանները միաժամանակ նպաստել են, որպեսզի առաջանան էֆուզիվ ֆացիայի հիմնական զանգվածի պիլոտաքսիտային և ինտերսերտալ ստրուկտուրաները:

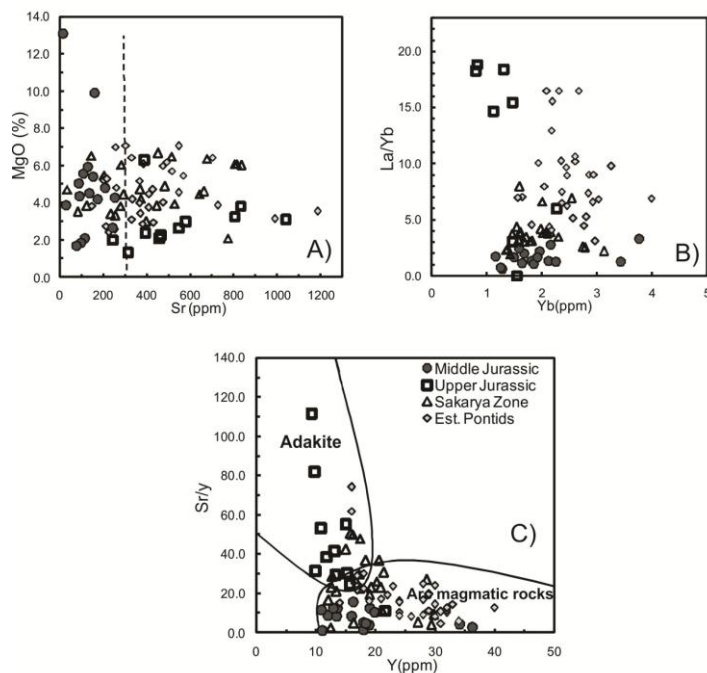
Առհասարակ, երկրաքիմիական առումով, միջին յուրայի հասակի ապարները հարուստ են Mg-ով և աղքատ Ti-ով, որոնց համար առաջ է քաշվել միջին յուրայի *բոնինիտային* մագմաների առկայության վերաբերյալ թեզը (Магакян и др., 1993), նաև այդ մագմաների հնարավոր էվոլյուցիան՝ բոնինիտ-անդեզիտ-դագիտ-ոիոլիտային դիֆերենցիացիոն շարքով: Այսինքն՝ ՄՂ տեկտոնական գոտում ձևավորվել են ոչ միայն զուտ բոնինիտներ, այլ՝ բոնինիտային շարքի ապարներ՝ ընդհուպ մինչև բոնինիտային մագմայից ձևավորված ոիոլիտներ: Յուրայի մագմատիկ ապարների երկրաքիմիական տվյալների (Галоян и др., 2013; Mederer et al., 2014; Galoyan et al., 2018) համեմատական վերլուծության հիման վրա մեր կողմից նույնպես ՄՂ գոտու և՛ Սոմխեթի, և՛ Ղարաբաղի սեգմենտներում միջին յուրայի ժամանակաշրջանում հայտնաբերվել են բոնինիտներ, որոնք սույն ժամանակաշրջանի մյուս մագմատիտներից կտրուկ առանձնանում են բոնինիտներին բնորոշ Mg, Ni, Cr համեմատաբար բարձր պարունակություններով (նկ.1):



Նկ.1. ՄՂ գոտուց ուսումնասիրված հրաբխային ապարների (Магакян и др., 1993; Галоян и др., 2013; Mederer et al., 2014; Galoyan et al., 2018) տեղաբաշխումը հարկերային դիգրամներում (A,B) և դրանց համեմատումը (C) Թուրքիայի տարածքի՝ Սաքարիա գոտու և Արևելյան Պոնտիդների (Şen, 2007; Genç and Tüysüz, 2010) նույնահասակ ապարների հետ:

Մենք նույնպես հակված ենք կարծելու, որ միջին յուրայի առաջացումները (կամ դրանց զգալի մասը) բոնինիտային մագմայի դիֆերերնցիացիայի արդյունք են: Եվ մեր կողմից ուսումնասիրված բոնինիտային շարքի ապարները ցածր կալցիումային են, քանի-որ $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ հարաբերությունը չի գերազանցում 0.7 արժեքը (Crawford, 1989), չնայած այն հանգամանքին, որ զուտ բոնինիտներն ու հիմքային կազմի ապարները բավականին կամ խիստ փոփոխված են՝ պելիտ-կարբոնատացված, նշերն էլ հաճախ լցված են կալցիտի բյուրեղներով (անալիզների համար առանձնացրել ենք հնարավորինս քիչ փոփոխված ապարների նմուշները): Հավանաբար հենց այս հանգամանքով է պայմանավորված, որ բոնինիտները բնորոշվել են որպես բարձր կալցիումային (Магакян и др., 1993), չնայած դիագրամի վրա նրանց նմուշներից միայն մի քանիսն են ընկնում 0.7-1 միջակայքում, իսկ գերակշիռ մասը գտնվում է ցածր կալցիումային դաշտում (նկ.1C):

Երկրաքիմիական տվյալների (Şen, 2007; Genç and Tüysüz, 2010; Галоян и др., 2013; Mederer et al., 2014; Galoyan et al., 2018) համեմատական վերլուծությունը Պոնտիդներ-Սոմխեթ-Ղարաբաղի կղզադեղային համակարգում թույլ տվեց դատողություններ կատարել ոչ միայն ստորին(?)-միջին յուրայի մագմատիզմի վերաբերյալ, այլ նաև վերին յուրայի: Վերին յուրայի նմուշարկված վուլկանիտները գլխա-



Նկ.2. Ուսումնասիրված (ՄՂ) և համեմատված (Պոնտիդներ) հրաբխային ապարների (Şen, 2007; Genç and Tüysüz, 2010; Галоян и др., 2013; Mederer et al., 2014; Galoyan et al., 2018) տեղաբաշխումը աղակիտները բնորոշող հարկերային դիագրամներում:

վորապես իրենցից ներկայացնում են ներդրված մարմիններ, որոնք համեմատաբար թաքմ են, ենթարկված չեն կանաչքարային փոփոխությունների: Ուսումնասիրված վերոհիշյալ նմուշները (և՛ էֆուզիվ, և՛ ինտրուզիվ, բացառությամբ լեյկոգրանիտի) տարանջատվում են ադալիտներին բնորոշ երկրաքիմիական առանձնահատկություններով՝ $Sr > 300 \text{ ppm}$, $Y < 19 \text{ ppm}$, $La/Yb > 7$ (նկ.2):

Ե՛վ գրականության մեջ նկարագրված, և՛ մեր կողմից ուսումնասիրված վերին յուրայի հասակի էֆուզիվ ֆացիայի ապարները ներկայացված են անդեզիտ-դացիտային շարքով: Ելնելով վերին յուրայի ժամանակաշրջանի մագմատիկ ապարների երկրաքիմիական կազմերից և վերը նշված առանձնահատկություններից՝ առաջին անգամ տարածաշրջանի համար, առաջ է քաշվում ՄՂ գոտում հնարավոր ադալիտային մագմատիզմի մասին գաղափարը (Atayan, 2019): Քանի որ վերին յուրայի ուսումնասիրված ապարները բնութագրվում են Mg-ի բարձր պարունակություններով ($MgO > 2\%$), ապա անդեզիտ-դացիտային շարքի ապարները կանվանվեն բարձր մագնեզիումային ադալիտային ապարներ (Yi-Bing Li et al., 2013): Վերին յուրայի անդեզիտ-դացիտային շարքի ապարները, համեմատած միջին յուրայի համանման ապարների հետ, իրենց տարածմամբ խիստ սահմանափակ են և ներկայացված են քվարցի ավելի մեծ պարունակություններով:

3. Հրաբխականության էվոլյուցիան

Համաձայն ստացված պետրոլոգաերկրաքիմիական տվյալների հաստատվել է ստրին(?)-միջին և վերին յուրայի մագմատիզմի տարբեր աղբյուրները: Ուսումնասիրված ապարների երկրաքիմիական բնութագիրը, մասնավորապես N-MORB նկատմամբ նրանց հարստացումը LILE (խոշորաիոն լիթոֆիլ տարրեր), մասամբ LREE (թեթև հազվագյուտ հողային տարրեր) և աղքատացումը HFSE (բարձրալիցք տարրեր) տարրերով, ինչպես նաև Nb, Ta, Ti տարրերի հստակ արտահայտված բացասական անոմալիաները և՛ Սոմխեթի, և՛ Ղարաբաղի սեզմենտներում, խոսում են կոզադեղային մագմատիզմի և նրանց ձևավորման սուբդուկցիոն բնույթի մասին (Галоян и др., 2013; Galoyan et al., 2018):

ՄՂ տեկտոնական գոտու յուրայի դարաշրջանի հրաբխային ապարների գլխավոր տարրերի AFM դասակարգման դիագրամի համաձայն մագմատիտները պատկանում են *ենթաալկալային* սերիային. ներկայացված են *տոլեիտային*, հիմնականում՝ *կրա-ալկալային* ենթատիպերով (Магакян и др., 1985; Галоян и др., 2013; Galoyan et al., 2018): Առհասարակ, տոլեիտային և հատկապես կրա-ալկալային մագմաները ձևավորվում են, երբ սուբդուկցվում է հին, ավելի հոծ ու ծանր օվկիանոսային կեղևը (օր., Escuder Viruete et al., 2006): Մագմատիզմի առաջին արգասիքներն իրենցից ներկայացրել են սպիլտացված առաջացումներ, լավաբրեկչիաներ: Օվկիանոսային կեղևի՝ հետագա ավելի

մեծ խորություններում կլանման արդյունքում, բարձր ճնշման և ջերմաստիճանի պայմաններում աղքատ (սպինել-լերցոլիտային կազմի) մանթիական աղբյուրի մասնակի հալումից ձևավորվել է բոնինիտային մագմա: Բոնինիտային մագմայի դիֆերենցման հիման վրա միջին յուրայի դարաշրջանում ձևավորվել են բոնինիտ-անդեզիտ-դացիտ-ռիոլիտային շարքի հրաբխային ապարները:

Ուշ յուրայի ժամանակաշրջանում ՄՂ կղզադեղային գոտում, հավանաբար, ունեցել ենք նաև ադաքիտային մագմատիզմ: Առհասարակ, բոնինիտային և ադաքիտային առաջացումները շատ հազվադեպ են հանդիպում միմյանց հետ: Սակայն Սուրիգաոյի (Ֆիլիպիններ) օրինակով ապացուցված է, որ ցանկացած տիպի սուբդուկցիայի ժամանակ կարող է ձևավորվել ադաքիտային մագմա՝ բազալտների հալման արդյունքում, եթե առկա են հայոցքառաջացման համապատասխան խորությունները (Macpherson et al., 2006):

Մագմատիկ հալոցքների հետագա էվոլյուցիան, մնացորդային էտապում ֆրակցիոն բյուրեղացման հաշվին, հանգեցրել է համապատասխան պլուտոնիկ ֆազիանների (պլագիոգրանիտային ~177-165 Ma, տոնալիտային ~159-147 Ma) ձևավորմանն ու ներդրմանը: Ելնելով ՄՂ տեկտոնական գոտում առաջացած վուլկանիտների և նրանց պատռող պլուտոնիկ ապարների նյութական կազմի առանձնահատկություններից, մասնավորապես՝ երկրաքիմիական հատկանիշներից, կարող ենք ասել, որ վերջիններս իրենցից ներկայացնում են միևնույն մագմատիկ օջախի ածանցյալներ՝ կազմելով հրաբխապլուտոնիկ համալիրներ համապատասխանաբար վաղ(?)-միջին և ուշ յուրայի դարաշրջաններում (Галоян и др., 2013; Galoyan et al., 2018):

Սոմխեթի սեզմենտի մագմատիկ ապարներում Eu հստակ մինիմումները ($Eu/Eu^*=0.57-0.74$) բացատրվել են պլագիոկլազի վաղ ֆրակցիոնացմամբ, որը հաստատվում է նաև վերջինիս վարքագծով ($Eu/Eu^*\geq 1.0$) հիմքային-միջին կազմի ապարներում (Galoyan et al., 2018): Հազվագյուտ հողային տարրերի համանման հատկանիշներ արդեն իսկ հայտնաբերվել են Արցախի տարածքի նմանատիպ և նույնահասակ առաջացումներում (Галоян и др., 2013), որը վկայում է *մագմատիզմի ընդհանրության մասին Սոմխեթի և Ղարաբաղի սեզմենտներում* և, հետևաբար՝ դրանցում մագմատիկ ծագման աղբյուրի ու երկրադինամիկ իրավիճակի միասնականության մասին:

Եզրակացություն

ՄՂ տեկտոնական գոտում յուրայի մագմատիզմն ընթացել է վաղ(?)-միջին և ուշ յուրայի դարաշրջաններում. հրաբխականությունը կրել է գլխավորապես ստորջրյա բնույթ: Առկա պետրոլոգիական և հատկապես երկրաքիմիական տվյալները թույլ են տալիս եզրակացնել, որ միջին յուրայի հիմքային-միջին կազմի ապարները գոյացել են բոնինիտային մագմաներից սուբդուկցիոն սալի ֆլյուիդներով հարբս-

տացած սպինել-լեքցոլիտային մանթիայից, իսկ թթու ապարները՝ այդ կազմի հալոցքներից՝ ֆրակցիոն բյուրեղացման շնորհիվ: Բոնինիտային ապարները պատկանում են ցածր կալցիումային բոնինիտային առաջացումներին, նրանց առկայությունը վկայում է սուբդուկցիայի գոտում օվկիանոսային կեղև-օվկիանոսային կեղև զուգամիտման մասին: Այսպիսով, ՄՂ գոտին իրենից ներկայացնում է Մարիանյան տիպի կղզային աղեղ՝ էնսիմատիկ հիմքով: Ելնելով պետրոգրաֆիական և սակավաթիվ երկրաքիմիական տվյալներից՝ առաջ է քաշվում այս գոտում ուշ յուրայի ժամանակաշրջանում հնարավոր բարձր մագնետիզմային ադաքիտային մագմատիզմի առկայության վերաբերյալ տեսակետ:

Հեղինակն իր խորին շնորհակալությունն է հայտնում Խ.Բ. Մելիքսեյանին արդյունավետ քննարկումների համար:

Գրականության ցանկ

- Абдуллаев Р.Н.** 1963. Мезозойский вулканизм северо-восточной части Малого Кавказа. Изд. АН АзербССР, Баку, 228с.
- Абдуллаев Р.Н., Гасанов Р.К., Мустафаев Г.В., Алиев И.А.** 1974. Возрастное расчленение интрузивов Лачинского антиклинария Малого Кавказа и некоторые особенности их состава. Изв. АН АзербССР, Серия наук о Земле, №4, с.75-83.
- Абдуллаев Р.Н., Мустафаев Г.В., Мустафаев М.А., Алиев И.А., Шафиев Х.И., Гасанов Р.К.** 1988. Мезозойские магматические формации Малого Кавказа и связанные с ними эндогенное оруденение. АН АзербССР, Баку: Элм, 160с.
- Авдейко Г.П., Черткова Л.В., Краснов Г.С.** 1985. Подводный вулканизм, гидротермы и сульфидное рудообразование в океане. Вулканизм и связанные с ним процессы. Вып. 3: ДВНЦ АН СССР, 115-117с.
- Азарян Н.Р.** 1963. Стратиграфия и фауна юрских отложений Алавердского рудного района. Изд. АН АрмССР, 255с.
- Асланиян А.Т.** 1949. Стратиграфия юрских отложений Северной Армении. Изд. АН АрмССР, Ереван, 170с.
- Асланиян А.Т.** 1958. Региональная геология Армении. Изд. Айпетрат, Ереван, 430с.
- Асланиян А.Т.** 1984. История тектонического развития Тавро-Кавказской области. Изд. АН АрмССР, 160с.
- Галоян К.Л., Мелконян Р.Л., Чунг С.-Л., Хоренян Р.А., Атаян Л.С., Юнг Ч.-Х., Амирагян С.В.** 2013. К петрологии и геохимии юрских островодужных магматитов Карабахского сегмента Сомхето-Карабахского террейна. Изв. НАН РА, Науки о Земле, N1, с.3-22.
- Грушевой В.Г.** 1935. Медные месторождения Алавердского района ССР Армении (Закавказье). Тр. ЦНИГРИ, вып. 36, Л.-М., 67с.
- Дзюценидзе Г.С.** 1962. Юрский вулканизм Закавказья. В сб. "Вопросы вулканизма". Изд. АН СССР, с.139-148.
- Казарян Г.А., Баласаниян С.И.** 1966. Алавердская группа интрузивов. В кн.: "Геология Арм. ССР", т.3, "Петрография. Интрузивные породы". Изд. АН АрмССР, с.391-442.
- Казарян Г.А., Баласаниян С.И., Чибухчян З.О.** 1966. Шамшадинская группа интрузивов. В кн.: "Геология АрмССР", т.3, "Петрография. Интрузивные породы". Изд. АН АрмССР, с.442-461.
- Лебедев А.П., Малхасян Э.Г.** 1965. Юрский вулканизм Армении. Изд. Наука, Москва, 168с.
- Леонтьев Л.Н.** 1949. Тектоническое строение и история геотектонического развития Малого Кавказа. Бюллетень МОИП, отд. Геологии, т.24, N4, с.3-36.
- Лордкипанидзе М.Б.** 1980. Альпийский вулканизм и геодинамика центрального сегмента Средиземноморского складчатого пояса. Тбилиси, Изд. Мецниереба, 162с.

- Магакян Р., Закариадзе Г.С., Дмитриев Л.В., Колесов Г.М., Коровкина Н.А.** 1985. Геохимия юрско-нижнемелового вулканического комплекса северной Армении. Вулканология и Сейсмология, N3, с.39-53.
- Магакян Р., Соболев А.В., Закариадзе Г.С., Кононкова Н.Н.** 1993. Петрология дифференцированных бонинитовых магм на примере мезозойской Малокавказской островной дуги. Петрология, N4, с.431-448.
- Магматические и метаморфические формации Армянской ССР.** 1981. Изд. АН АрмССР, Ереван, 331с.
- Мандалян Р.А., Степанян Ж.О.** 2008. Литология и условия формирования нижнеюрских отложений Шамшадинского антиклинория (Сомхето-Карабахская зона, Тавушский марз, Армения). Изв. НАН РА, Науки о Земле, N2, с.21-28.
- Мелконян Р.Л.** 1970. Интрузивные комплексы Алавердского рудного района (петрография, минералогия, геохимия). Дисс.на соиск.уч.степ.канд.геол.-мин.наук. ИГН АН АрмССР, Ереван, 330с.
- Мелконян Р.Л.** 1981. Плагиигранитовая формация. В кн.: Магматические и метаморфические формации АрмССР. Изд. АН АрмССР, с.77-82.
- Мелконян Р.Л.** 1989. Петрология и рудоносность мезозойских островодужных гранитоидных формаций Малого Кавказа. Диссерт. на соиск. уч. степени доктора геол.-мин. наук в форме науч. доклада. Москва, 52с.
- Мелконян Р.Л., Галоян К.Л., Варданян А.** 2011. Мезо-кайнозойские гранитоидные формации. В кн.: "Геология и минеральные ресурсы Нагорно-Карабахской Республики". Ер. Изд. Зангак-97, с.90-99.
- Мелконян Р.Л., Гукасян Р.Х.** 2004. К вопросу о возрасте Кохб-Шнохского интрузивного комплекса. Изв. НАН РА, Науки о Земле, N1, с.29-35.
- Мустафаев М.А.,** 1983. Фациальный анализ верхнеюрских вулканогенных образований Сомхето-Агдамской зоны Малого Кавказа. Изв. АН АзербССР, сер. Науки о Земле, N2, с.39-44.
- Остроумова А.С., Центер И.Я.** 1986. Аналоги пород марианит-бонинитовой серии в юрских вулканитах Карабахского хребта (Малый Кавказ). Докл. АН СССР, т. 290, N2, с.441-445.
- Паффенгольц К. Н.** 1959. Геологический очерк Кавказа. Изд. АН АрмССР.
- Шихалибейли Э.Ш., Абдуллаев Р.Н., Гасанов Т.А., Мусаев А.А., Панахов А.М., Гамзаев О., Ахундов А.Б., Панахи Б.М.** 1994. Геология и полезные ископаемые Нагорного Карабаха Азербайджана. Баку, изд.: Элм, 284с.
- Садыхов Э.А.** 2019. Мезозойские плутонические комплексы Лок-Гарабагской зоны Малого Кавказа: геохимическая характеристика, возраст и магматические источники. Автореферат диссерт. на соиск. уч. степени кандидата геолого-минералогических наук. Санкт-Петербург, 22с
- Сопко П.Ф.** 1961. Геология колчеданных месторождений Алавердского рудного района. Изд. АН АрмССР, Ереван, 171с.
- Atayan L. S.** 2019. Jurassic boninitic and possible adakitic magmatism from the Somkheto-Karabagh island-arc system, Lesser Caucasus. Conference dedicated to the 100th anniversary of academician A.T. Aslanyan, Program and collection of materials, Yerevan p.20-22.
- Crawford A.J.** 1989. Classification, petrogenesis and tectonic setting of boninite. In Crawford, A.J. (ed.) Boninite and Related Rocks. London: Unwin Hyman, p.1-49.
- Escuder Viruete J., Díaz de Neira A., Hernáiz Huerta P.P., Montheil J., García Senz J., Joubert M., E. Lopera E., Ullrich T., Friedman R., Mortensen J., Pérez-Estaún A.** 2006. Magmatic relationships and ages of Caribbean Island arc tholeiites, boninites and related felsic rocks, Dominican Republic. Lithos 90, p.161-186.
- Galoyan Gh.L., Melkonyan R.L., Atayan L.S., Chung S.-L., Khorenyan R.H., Lee Y.-H., Amiraghyan S.V.** 2018. On the petrology and geochemistry of Jurassic magmatics of the Somkheto segment of Somkheto-Karabagh tectonic zone (northern Armenia). Proceed. Nas RA, Earth Sciences, N1, p.3-27.
- Genç Ş.C., Tüysüz O.** 2010. Tectonic setting of the Jurassic bimodal magmatism in the Sakarya Zone (Central and Western Pontides), Northern Turkey: A geochemical and isotopic approach, Lithos 118, p.95-111.
- Li Y.-B., Kimura J.-I., Machida Sh., Ishii T., Ishiwatari A. et al.** 2013. High-Mg Adakite and Low-Ca Boninite from a Bonin Fore-arc Seamount: Implications for the Reaction between Slab Melts and Depleted Mantle. Journal of Petrology, N6, p.1149-1175.

- Macpherson C.G., Dreher S.T., Thirlwall M.F.** 2006. Adakites without slab melting: high pressure differentiation of island arc magma, Mindanao, the Philippines. *Earth and Planetary Science*, p.581-593.
- Mederer J., Moritz R., Zohrabyan S., Vardanyan A., Melkonyan R., Ulianov A.** 2014. Base and precious metal mineralization in Middle Jurassic rocks of the Lesser Caucasus: A review of geology and metallogeny and new data from the Kapan, Alaverdi and Mehmana districts. *Ore Geology Reviews* 58, p.185-2078.
- Şen C.** 2007. Jurassic Volcanism in the Eastern Pontides: Is it Rift Related or Subduction Related? *Turkish Journal of Earth Sciences (Turkish J. Earth Sci.)*, vol. 16, p.523-539.

ЮРСКИЙ ОСТРОВОДУЖНЫЙ МАГМАТИЗМ СОМХЕТО-КАРАБАХСКОЙ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

Атаян Л.С.

Резюме

Обобщены петролого-геохимические данные юрских магматических образований Сомхето-Карабахской (СК) тектонической зоны. Здесь магматизм происходил в эпоху ранней(?) -средней и поздней юры, при этом вулканизм имел преимущественно подводный характер. Наши петрологические исследования подтверждают наличие среднеюрских бонинитовых образований вдоль СК зоны и возможную эволюцию этих магм до риолитов. Бонинитовые породы относятся к низкокальциевым бонинитовым сериям ($\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3 < 0.7$), которые заметно различаются по высоким содержаниям MgO, Ni, Cr. Для эпохи поздней юры мы предлагаем гипотезу о возможном адакитовом магматизме ($\text{SiO}_2 > 56\%$, $\text{Sr} > 300\text{ppm}$, $\text{Y} < 19\text{ppm}$, $\text{La}/\text{Yb} > 7$). Эти породы андезит-дацитовой серии формировались в результате плавления базальтов в субдукционных геодинамических условиях, они богаты Mg ($\text{MgO} > 2\%$) и относятся к высокомагнезиальным адакитовым сериям.

JURASSIC ISLAND-ARC MAGMATISM FROM THE SOMKHETO-KARABAGH TECTONIC ZONE

Atayan L.S.

Abstract

In this article, the petrological-geochemical data in the Jurassic igneous formations of the Somkheto-Karabagh (SC) tectonic zone are summarized. Magmatism took place here in the epochs of the Middle and Late Jurassic; volcanism has essentially had submarine nature. As a result of the analysis of geochemical data, boninites have been found in the Middle Jurassic magmatic formations of both the Somkheto and Karabagh segments of the SK zone, which differ markedly in high MgO, Ni, Cr contents. A possible evolution of the boninite magma has been confirmed by the successively differentiated boninite-

andesite-dacite-rhyolite series, which confirm the ensimatic nature of the SK zone basement. By $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ ratio (<0.7), the rocks of this series belong to the low-calcium boninite series. For Late Jurassic epoch we suggest a hypothesis about adakitic magmatism ($\text{SiO}_2 > 56\%$, $\text{Sr} > 300\text{ppm}$, $\text{Y} < 19\text{ppm}$, $\text{La}/\text{Yb} > 7$). These rocks were formed as a result of basalt melting in the subduction geodynamic conditions; they are rich in Mg ($\text{MgO} > 2\%$) and belong to the high-Mg adakite series.

**НОВЫЕ СВЕДЕНИЯ О U-Pb ДАТИРОВКЕ ИНТРУЗИВНЫХ
КОМПЛЕКСОВ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ЦАХКУНК-ЗАНГЕЗУРСКОГО
ТЕРРЕЙНА (РА) И НЕКОТОРЫЕ ЗАКЛЮЧЕНИЯ**

**Мелконян Р.Л.¹, Чунг С.-Л.², Галоян К.Л.¹, Гукасян Р.Х.¹,
Моритц Р.³, Овакимян С.Э.^{1,3}, Атаян Л.С.¹**

¹ *Институт геологических наук НАН РА, пр. Маршала Баграмяна 24а,
Республика Армения
E-mail: ramelk@sci.am*

² *Тайванский Государственный университет,
Department of Geosciences, National Taiwan University, Roosevelt Road, Taipei 106, Taiwan*

³ *Университет Женевы, Швейцария,
Rue des Maraichers 13, 1205 Geneva, Switzerland
Поступила в редакцию 15.11.2019*

Приведены новые сведения о U-Pb датировке (LA-ICP-MS) разнотипных интрузивов южной части Цахкунк-Зангезурского террейна РА – Мегринского плутона, Дастакертского, Царасарского (Далидагского), Сваранцкого интрузивных комплексов. В пределах Мегринского плутона установлены U-Pb возраста Нор Аревикских гранодиоритов (46.1 ± 0.25 Ma), турмалиновых сиеногранитов (46.00 ± 0.52 Ma), Джбандского штока гранодиоритов (23.66 ± 0.25 Ma), выявлено двухфазовое строение Дастакертского интрузивного комплекса, определены их U-Pb возраста (40.16 ± 0.93 Ma – кварцевые диориты I фазы, 37.77 ± 0.43 Ma – монцограниты II фазы), установлен среднеэоценовый возраст основных и кислых разновидностей Баргушатского интрузивного комплекса (43.00 ± 0.44 Ma – оливиновое габбро, 42.60 ± 0.40 Ma – сиенограниты).

Обсуждены вопросы геологического строения вышеотмеченных интрузивных комплексов, дискретный (пульсационный) характер формирования, некоторые вопросы их петрологии.

Ключевые слова: U-Pb датировка, интрузивный комплекс, Мегринский плутон, Дастакертский, Царасарский, Сваранцкий интрузивы.

Введение

Территория южной части РА являлась ареной интенсивного развития разновозрастного и разнотипного магматизма и ассоциирующего с ним оруденения. Достаточно отметить, что здесь находится крупнейший на Малом Кавказе полифазный Мегринский плутон ($\sim 1300 \text{ км}^2$) и гигантское Каджаранское медно-молибден порфириновое месторождение. Целью статьи является представление новых сведений по различным аспектам интрузивного магматизма региона и прежде всего по их U-Pb датировке (LA-ICP-MS), которые позволяют по новому обсудить историю развития интрузивного магматизма региона и некоторые вопросы их петрогенеза. В

этом аспекте указанные вопросы рассмотрены на примере Мегринского плутона, Дастакертского, Царасарского (Далидагского), Сваранцского интрузивных комплексов.

Мегринский плутон

Вопросы геолого-структурной позиции, возраста Мегринского плутона и его рудоносности в различные годы рассматривались многими авторами (Грушевой, Додин, Паффенгольц, Ситковский, Мовсесян, Магакьян, Мкртчян, Карамян и др.). Новый этап этих работ начался с внедрения в практику геологических исследований изотопных методов датирования. В этой связи следует отметить К-Аг определения возраста разнотипных пород и минералов различных комплексов, фаз и фаций плутона, в результате которых были выделены два разорванных во времени интрузивных многофазных комплекса – верхнеэоценовый габбро-монцонит-граносиенитовый 38-39Ма и нижнемиоценовый гранодиорит-гранитовый 23-24Ма (Гукасян, Меликсетян, 1965). В то же время, учитывая значительную миграционную способность аргона в результате различных наложенных процессов и особенности минерального сложения пород, К-Аг значения возраста в ряде случаев приводят к ошибочным выводам и их нельзя считать однозначными. Так разброс датировок монцонитов северной части плутона был объяснен указанными авторами их аргоновым “омоложением” под влиянием нижнемиоценового интрузивного комплекса порфировидных гранитов и гранодиоритов. Однако специальное Rb-Sr изохронное датирование монцонитов северо-восточной части плутона выявило их более молодой - позднеолигоценовый возраст (~31–28Ма) не зависящий от воздействия на них порфировидных гранитов и гранодиоритов. В результате в становлении Мегринского плутона было выделено три дискретных этапа его образования – средне-позднеэоценовый (~41–37Ма), раннеолигоценовый (~31–28Ма) и раннемиоценовый (~24–21Ма)^{х)}, каждый из которых сопровождался формированием соответствующих медно-молибден порфировых месторождений и проявлений (Мелконян и др., 2008).

В русле развития методов изотопной датировки в Тайванском Государственном университете была проведена U-Pb датировка цирконов (LA-ICP-MS) отдельных типов пород плутона (12 образцов) (табл.), которая позволила установить среднеэоценовый возраст Нор Аревикских гранодиоритов (46.1 ± 0.25 Ма) и турмалиновых сиеногранитов (46.00 ± 0.52 Ма), верхнеолигоценовый возраст Джбандского штока гранодиоритов (23.66 ± 0.25 Ма), выявить наличие позднеэоценовой дайки гранодиорит-порфиров (34.76 ± 0.36 Ма), подтвердить нижнеолигоценовый возраст монцонитов района карьера Каджаранского месторождения (30.79 ± 0.31 Ма) и нижнемиоценовый возраст предрудных даек гранодиорит-порфиров (22.4 ± 0.21 Ма; 22.43 ± 0.22 Ма). Возрастные данные Нор-Аревикских гранодиоритов и турмалиновых сиеногранитов позволили уточнить цифровые

^{х)} Здесь и далее возрастные характеристики согласно International Chronostratigraphic Chart (2018/07)

значения вышеотмеченного первого этапа формирования Мегринского плутона и считать его не средне-позднеэоценовым, а среднеэоценовым.

Таблица

U-Pb датировка цирконов разнотипных пород Мегринского плутона

Название породы, N обр.	Возраст (Ma)	Место взятия
Гранодиорит; обр. 6491	46.1±0.25 сред.эоцен	Нор-Аревик; 8604716; 4322718
Турмалиновый сиеногранит; обр. 6496	46.00±0.52 сред.эоцен	Дорога Каджаран-Мегри, развилка на разв. с.Калер, 8605112; 4322891
Сиенит; обр. 6498	36.96±0.76 в.эоцен	Развилка дороги Мегри- Шванидзор; 8619441; 4313708; контакт сиенитов и монцонитов
Монцонит; обр. 6499	36.2±0.40 в.эоцен	Развилка дороги Мегри- Шванидзор; 8619441; 4313708; контакт сиенитов и монцонитов
Гранодиорит-порфир; обр. 6492	34.76±0.36 в.эоцен	Дорога Каджаран-Мегри, выше развилки на разв. с. Калер, дайка секущая монцониты; 8607962; 4324963
Монцонит; обр. 6493	34.32±0.37 в.эоцен	Выше развилки на разв. с. Калер; 8607962; 4324963
Аплит; обр. 6495	33.7±1.9 в.эоцен	Выше развилки на разв. с. Калер, дайка секущая монцониты; 8607733; 4324882
Монцонит; обр. 6500	30.79±0.31 н.олигоцен	Карьер Каджаранского м-ния
Гранодиорит; обр. 6490	23.66±0.25 в.олигоцен	Джбандский шток; 8601639; 4329273
Гранодиорит-порфир; обр. 6502	22.4±0.21 н.миоцен	Около шт. Саккар, дайка; 8600710, 4335170
Гранодиорит-порфир; обр. 6503	22.43±0.22 н.миоцен	Дорога Каджаран-Капан, дайка; 8604139, 4337088
Диорит-порфирит; обр. 6505	24.91±0.32 в.олигоцен	Дорога Мегри-Пхрут, дайка; 8604957, 4336076

В дальнейшем было проведено детальное U-Pb датирование цирконов (LA-ICP-MS) разнотипных пород плутона (30 образцов), выявлены их геохимические особенности, в результате чего, уточнены, выделенные при Rb-Sr датировании, три дискретных этапа его формирования, с несколько

иными цифровыми и возрастными характеристиками – среднеэоценовый (48.9–43.1Ma) известково-щелочной, родственной субдукционному, позднеэоцен-среднеолигоценовый (37.8–28.1Ma) шошонитовый и позднеолигоцен-раннемиоценовый (26.6–21.2Ma) адакитовый (Rezeau et al., 2016).

Значения первичных отношений $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в породах Мегринского плутона, как и в ряде интрузивных комплексов Цахкунк-Зангезурского и Сомхето-Карабахского террейнов – 0.70405–0.70488 (Мелконян и др., 2014) соответствуют мантийным меткам, испытавшим влияние корового материала (Фор, 1989). Аналогичный вывод был сделан, исходя из значений $\epsilon_{\text{Hf zircon}} = +8 - +11.3$ и $\delta^{18}\text{O}_{\text{zircon}} = +4.6 - +6.0$ (Rezeau et al., 2016).

К настоящему времени имеющиеся, прежде всего U-Pb датировки цирконов позволяют достаточно однозначно оперировать возрастными характеристиками пород различных комплексов и фаз плутона.

Дастакертский интрузив

Севернее Мегринского плутона, в бассейне р. Айригет обнажается Дастакертский интрузив, в пределах которого расположено одноименное медно-молибденовое месторождение. Интрузив рассматривался как однофазовое образование в.эоцен-олигоценового (Карамян и др., 1974), либо верхнеэоценового (Гуюмджян, 2011) возраста, сложенный кварцевыми диоритами и в меньшей степени гранодиоритами. Интрузив прорывает нижнеэоценовую вулканогенную толщу, представленную в основном туфоконгломератами, туфопесчанниками, туфами. В отличие от указанных мнений нами установлены две фазы внедрения Дастакертского интрузива: первая – представлена в основном кварцевыми диоритами и тоналитами, вторая – более широкой гаммой пород гранодиоритами, монцогранитами, сиеногранитами, характеризующимися фаціальными переходами. Породы I фазы обнажаются по левому борту р. Кышкошта – правому крупному притоку р. Айригет, протягивающемуся от пос. Дастакерт в близвертикальном направлении, разности II фазы представлены по правому борту р. Кышкошта. Согласно U-Pb датировкам возраст кварцевых диоритов – обр. 6698 (8588678; 4359166) – $40.16 \pm 0.93\text{Ma}$, монцогранитов – обр. 6695 (8588194; 4363840) – $37.77 \pm 0.43\text{Ma}$. Таким образом, выявлено двухфазовое строение интрузива и определенный возрастной разрыв ($\sim 2.4\text{Ma}$) в формировании пород первой и второй фаз в пределах среднего - позднего эоцена (в интервале бартонского и приабонского ярусов).

Царасарский (Далидагский) интрузив

В крайних СВ части Сюникской и ЮВ части Шаумянской областей (Арцах), в верховьях р. Тартар обнажается полифазный Царасарский интрузив ($\sim 90\text{km}^2$), размещенный в пределах локальной отрицательной гравитационной аномалии, являющейся фрагментом Центрального Армянского гравитационного минимума первого порядка (Никольский и др., 1975). Эта аномалия, почти на порядок превышающая площадь обнаженной части Царасарского интрузива, интерпретируется указанными авто-

рами в качестве площади полностью не обнаженного огромного батолита, аналогичного Мегринскому плутону.

Возраст интрузива прорывающего верхнемеловые и среднеэоценовые образования датируется как в.эоцен-олигоцен (Шихалибейли, 1966; Бабазаде и др., 1990), нижний миоцен (Паффенгольц, 1970), олигоцен-нижний миоцен (Аллахвердиев и др., 1987). Результаты К-Аг датировки по трем образцам (гранодиориты, граниты, сиенограниты) соответствуют нижнему миоцену – 22.3Ма (Багдасарян, Гукасян, 1985).

Согласно большинству исследователей (Шихалибейли, 1966; Заири и др., 1968; Паффенгольц, 1970; Аллахвердиев и др., 1987), а также нашим наблюдениям интрузив является полифазным, полифациальным образованием. Первая фаза представлена монцонитами, сиенитами, сиенито-диоритами, монцодиоритами; вторая фаза занимающая большую часть площади массива характеризуется более кислым составом – кварцевые сиениты, сиенограниты, граниты, монцограниты и др.

Нами опробованы сиенограниты (обр.6454) из правого склона верхнего течения р. Тартар в районе минеральных источников бывшего кур. Истису (8582891; 4422547). Порода серовато-розового цвета с гипидиоморфнозернистой, иногда порфириформной структурой, с четкими розовыми выделениями преобладающего К-На полевого шпата (~40%), кварца (~26%), плагиоклаза (~14%), цветных минералов – роговой обманки и биотита (~10%). Результаты U-Pb датировки – 26.92 ± 0.27 [1%], 95% conf., MSWD=0.63, probability=0.89. Полученное значение возраста пород второй фазы Царасарского интрузива соответствует верхнему олигоцену и является аналогом ранних представителей наиболее позднего этапа (26.6-21.2Ма) формирования Мегринского плутона.

Сваранцский интрузив

В центральной части Сюникской области в пределах Баргушатского хребта расположен Сваранцский массив, с которым связано одноименное титано-магнетитовое месторождение. Сваранцский массив рассматривался в качестве синонима Арамаздского интрузива (Межлумян), однако они согласно (Гуюмджян, 2011) являются самостоятельными массивами с площадью соответственно 6.25 км^2 и 7.75 км^2 в составе первой и второй фаз верхнеэоценового Баргушатского интрузивного комплекса. При этом Сваранцский массив представлен магнетитовыми оливковыми габбро, магнетитовыми оливинитами, троктолитами, а Арамаздский интрузив – габбро, монцонитами, сиенитами и др. Нами опробованы среднезернистые оливковые габбро (обр. 6408) южнее с.Сваранц, по левому склону верхнего течения р. Караануцгет (3934747; 4620038). Результаты датировки – 43.00 ± 0.44 [1.0%] 95% conf. Wtd data – pt errs only, 0 of 20 rej. MSWD=1.07, probability=0.37 (error bars are 2 σ), что соответствует лютетскому ярусу среднего эоцена. Из пород второй фазы Баргушатского интрузивного комплекса опробованы мелкозернистые сиенограниты (обр. 6420) левого притока р. Караануцгет (3933036; 4619684). Результаты датировки –

42.60 ± 0.40 [0.99%] 95% conf. Wtd by data-pt errs only, 0 of 21 rej. MSWD=0.45, probability =0.98 (error bars are 2 σ), что также соответствует лютетскому ярусу среднего эоцена.

Таким образом, известные разновидности Баргушатского интрузивного комплекса – оливиновые габбро с одной стороны и сиенограниты – с другой сформированы в близкоодновозрастном интервале в пределах среднего эоцена (лютетский ярус) при небольшом возрастном разрыве – 0.40 Ma.

Заключение

Новые U-Pb датировки ряда интрузивных комплексов южной части Цахкунк-Зангезурского террейна (РА) позволили внести ряд новых представлений об их формировании и возрасте, обсудить некоторые вопросы их петрологии.

Полученные возрастные данные Нор Аревикских гранодиоритов (46.1 ± 0.25 Ma) и турмалиновых сиеногранитов (46.00 ± 0.52 Ma) уточнили датировку первого этапа формирования Мегринского плутона, в соответствии с которым он является не средне-позднеэоценовым, а средне-эоценовым. Установление верхнеолигоценового возраста Джбандского штока гранодиоритов (23.66 ± 0.25 Ma), с учетом его пересечения гранодиоритов Личка, свидетельствует о его наиболее молодом возрасте в ряду преднижнемиоценовых даек гранодиорит-порфиров.

В целом, уточнен ранее выявленный трехэтапный дискретный характер формирования Мегринского плутона – среднеэоценовый (48.9-43.1Ma), позднеэоцен-среднеолигоценовый (37.8-28.1Ma), позднеолигоцен-раннемиоценовый (26.6-21.2Ma).

Впервые установлено двухфазовое строение Дастакертского интрузива (I фаза – кварцевые диориты, тоналиты, II фаза – гранодиориты, монцограниты, сиенограниты и др.) Цифровые характеристики пород I и II фаз (соответственно 40.16 ± 0.93 Ma и 37.77 ± 0.43 Ma) свидетельствуют о возрастном разрыве (~2.4Ma) их формирования в пределах среднего - позднего эоцена.

Верхнеолигоценовый возраст сиеногранитов II фазы Царасарского интрузивного комплекса (26.92 ± 0.27 Ma) соответствует наиболее позднему этапу формированию Мегринского плутона и может являться косвенным подтверждением представлений об однотипности Царасарского интрузивного комплекса с Мегринским плутоном. В этой связи важное значение приобретает необходимость датировки пород I фазы Царасарского интрузивного комплекса.

Значения датировок оливиновых габбро (43.00 ± 0.44 Ma) и сиеногранитов (42.60 ± 0.40 Ma) Баргушатского интрузивного комплекса, соответствующие среднему эоцену (лютетский ярус), в отличие от вышерассмотренных гранитоидных интрузивных комплексов, характеризуются однотипностью их значений, свидетельствующих о близкоодновременном фор-

мировании принципиально различных в петрогенетическом отношении пород, т.е. о близко одновременном функционировании очагов основной и кислой магмы.

Для рассмотренных гранитоидных комплексов выявлен дискретный (пульсационный) характер их формирования. При этом, если возрастные различия в становлении пород I и II этапов формирования Мегринского плутона составляют в среднем ~13Ма, II и III этапов ~10Ма, то возрастной разрыв в формировании пород I и II фаз Дастакертского интрузивного комплекса - ~2.4Ма.

Проявления интрузивного магматизма на рассматриваемой территории начинаются с I этапа формирования Мегринского плутона и несколько позднее – оливиновых габбро и сиеногранитов Баргушатского комплекса, фиксируя разновременные, но в пределах среднего эоцена, функционирование автономных магматических очагов гранитоидного и основного составов.

Значения первичных отношений $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ Мегринского плутона – 0.70409-0.70453, а также некоторых разновозрастных, разнотипных интрузивных комплексов Сомхето-Карабахского и Цахкунк-Зангезурского террейнов (соответственно – 0.70405-0.70488 – Ахпатский и Кохбский комплексы, 0.70355-0.70520 – Гехаротский, Миракский, Анкаван-Артавазский, Меградзорский комплексы) (Мелконян и др., 2011, 2014) характеризуются мантийными метками, испытавших в отдельных случаях влияние корового материала кислого состава (Фор, 1989). При этом мантийный характер первичных отношений $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ фиксируется и для наиболее кислых разностей Мегринского плутона – гранит-гранодиорит порфиров (0.70427±0.00009Ма) и лейкократовых гранитов Кохб-Шнохского интрузивного комплекса (0.70458±0.00027Ма).

Мантийный источник магматического расплава при участии в отдельных случаях кислого корового материала можно предполагать в целом и для разновозрастных, разноформационных интрузивных комплексов Армении.

Литература

- Аллахвердиев В.М., Ахундов Ф.А., Абдуллаев А.З., Мирзабеков Х.С., Бабаев А.М. 1987. К вопросу об условиях формирования Далидагского интрузива в свете новых данных (Малый Кавказ). В сб. "Вопросы геологической петрологии Азербайджана". Баку, изд. "ЭЛМ", 234с.
- Баба-заде В.М., Махмудов А.И., Рамазанов В.Г. 1990. Медно-молибден-порфировые месторождения. Баку, Азерб.гос.изд., 377с.
- Багдасарян Г.П., Гукасян Р.Х. 1985. Геохронология магматических, метаморфических и рудных формаций Армянской ССР. Ереван, изд. АН АрмССР, 291с.
- Гукасян Р.Х., Меликсетян Б.М. 1965. Об абсолютном возрасте и закономерностях формирования сложного Мегринского плутона (сообщение первое). Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, N 3-4, с.8-26.
- Гуьомджян О.П. 2011. Магматизм и метасоматические образования Армении. Ереван, изд. ГЕОИД, 670с.

- Заири М.Д., Сулейманов С.М., Бекташи С.А., Бекташи И.Д.** 1968. Фазовость и петрохимические особенности Далидагского плутона. В сб. "Ученые записки Азерб. Гос. унив.", сер. геол.-геогр. наук, с.29-45.
- Карамян К.А., Таян Р.Н., Гююмджян О.П.** 1974. Основные черты интрузивного магматизма Зангезурского рудного района. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, N 1, с. 54-65.
- Мелконян Р.Л., Гукасян Р.Х., Таян Р.Н., Арутюнян М.А.** 2008. Геохронометрия монзонитов Мегринского плутона (Армения) – результаты и следствия. Изв. НАН РА, Науки о Земле, N 2, с.3-9.
- Мелконян Р.Л., Моритц Р., Таян Р.Н., Селби Д., Гукасян Р.Х., Овакимян С.Э.** 2014. Главнейшие медно-порфировые системы Малого Кавказа. Изв. НАН РА, Науки о Земле, N1, с.3-29.
- Мелконян Р.Л., Таян Р.Н., Моритц Р., Селби Д., Гукасян Р.Х., Овакимян С.Э.** 2011. Медно-молибденовое оруденение Малого Кавказа – геодинамические и генетические особенности формирования. В сб. "Тектоника, рудные месторождения и глубинное строение земной коры", Екатеринбург. с.167-170.
- Никольский Ю.И., Милай Т.А., Коган Л.З.** 1975. Геолого-геофизические исследования тектоники, магматизма и металлогении Кавказа. Ленинград, изд. Недра, 216с.
- Паффенгольц К.Н.** 1970. Очерк магматизма и металлогении Кавказа. Ереван, изд. АН АрмССР, 434с.
- Фор Г.,** 1989. Основы изотопной геологии. М., изд. Мир, 590с.
- Шихалибейли Э.Ш.** 1966. Геологическое строение и история тектонического развития восточной части Малого Кавказа. Баку, изд. АН АзербССР, т. 2, 262с.
- Rezeau H., Moritz R., Wotzlaw J.-F., Tayan R., Melkonyan R., Ulianov A., Selby D., d'Abzac F.-X. and Stern R.A.** 2016. Temporal and genetic link between incremental pluton assembly and pulsed porphyry Cu-Mo formation in accretionary orogens. *Geology*, 44(8), p.627-630.

ՆՈՐ ՏՎՅԱԼՆԵՐ ԾԱՂԿՈՒՆԹ-ՋԱՆԳԵԶՈՒՐԻ ՏԵՐԵՅՆԻ (ՀՀ) ՀԱՐԱՎԱՅԻՆ ՄԱՍԻ ԻՆՏՐՈՒԶԻՎ ՀԱՄԱԼԻՐՆԵՐԻ Ս-Pb ՀԱՄԱԿԱԳՐՄԱՆ ՄԱՍԻՆ ԵՎ ՈՐՈՇ ՀԵՏԵՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Մելքոնյան Ռ.Լ., Չունգ Ս.-Լ., Գալոյան Ղ.Լ., Ղուկասյան Ռ.Խ.,
Մորից Ռ., Հովակիմյան Ս.Է., Աթայան Լ.Ս.

Ամփոփում

Ներկայացված են նոր տեղեկություններ ՀՀ տարածքի հարավային մասի տարատեսակ ինտրուզիաների՝ Մելրու պլուտոնի, Դաստակերտի, Ծառասարի (Դալիդադի), Սվարանցի համալիրների, Ս-Pb հասակազրման (LA-ICP-MS մեթոդ) մասին: Մելրու պլուտոնի սահմաններում որոշվել են Նոր Արևիկի գրանոդիորիտների (46.1 ± 0.25 Ma), տուրմալինային սիենոգրանիտների (46.00 ± 0.25 Ma), Ջրանդի գրանոդիորիտների (23.66 ± 0.25 Ma) հասակները: Բացահայտվել է Դաստակերտի ինտրուզիվ համալիրի երկֆազային կառուցվածքը և պարզվել են նրանց Ս-Pb հասակները (40.16 ± 0.93 Ma I ֆազի քվարցային դիորիտները և 37.77 ± 0.43 Ma II ֆազի մոնոցրանիտները): Որոշվելու է Բարգուշատի ինտրուզիվ համալիրի հիմքային և թթու կազմության ապարների միջին եռցենի հասակը (43.00 ± 0.44 Ma օլիվինային գաբրո, 42.60 ± 0.40 Ma սիենոգրանիտներ):

Քննարկվել են ուսումնասիրված ինտրուզիվ համալիրների ձևավորման առանձնահատկությունները, նրանց դիսկրետ (պուլսացիոն) բնույթը և առաջացման որոշ հարցեր:

NEW EVIDENCE ON THE *U-Pb* AGE ESTIMATION FOR THE INTRUSIVE COMPLEXES OF THE TSAHKOUNK – ZANGHEZOUR TERRAIN (RA) AND SOME INFERENCES

Melkonyan R.L., Chung S.-L., Galoyan Gh.L., Ghukasyan R.Kh., Moritz R., Hovakimyan S., Atayan L.S.

Abstract

The article presents new evidence on the estimation of *U-Pb* age (LA-ICP-MS) for intrusives of various types situated in the southern part of the RA, namely, the Meghri pluton, and intrusive complexes of Dastakert, Tsarassar (Dalydag), and Svarants.

Within the Meghri pluton, *U-Pb* ages were estimated for the Nor Arevik granodiorites (46.1 ± 0.25 Ma), tourmaline syenogranites (46.00 ± 0.52 Ma), and Dzhband stock of granodiorites (23.66 ± 0.25 Ma). A structure of two phases was identified in the Dastakert intrusive complex and their *U-Pb* ages were estimated (40.16 ± 0.93 Ma – for the quartz diorites of Phase I, and 37.77 ± 0.43 Ma for the monzogranites of Phase II). The Middle-Eocene age was established for the ultra-basic and acid diversities of the Bargoushat intrusive complex (43.00 ± 0.44 Ma for the olivine gabbro, and 42.60 ± 0.40 Ma for the syenogranites).

Some issues of the petrology of the intrusive complexes indicated above are discussed in the article.

MINERAL DEPOSITS

**CHARACTERISTICS OF DISTRIBUTION OF ARSENIC
IN KADJARAN DEPOSIT ORES**

**Harutyunyan M.A.¹, Hovhannisyan A.E.^{1, 2}, Magakyan N.I.²,
Hovakimyan S.E.¹, Siradeghyan V.V.¹**

¹*Institute of Geological Sciences of NAS RA, 24a Marshal Bagramyan Ave,
Yerevan 0019, e-mail: marah@geology.am*

²*“Lernametalurgiai Institute” CJSC, 19 Khanjyan St., Yerevan 0010
Reclivef by the editor 21.05.2019*

Ore-geochemical profile of deposit of copper-molybdenum-porphyry type is determined not only by concentration levels of profiling metals, but also by the nature of distribution of secondary metals accompanying them. In the copper-molybdenum stockwork of Kadjaran deposit (the absolute elevation of the upper rim of industrial ores is 2300m, of the lower one - 1450m) average depth interval of the horizons is identified - 2005-1965m, enriched in As; with background content of arsenic 0.005% in some sites, the contents of As reach 0.1-0.3%. The copper-arsenic sulfosalts both in the upper and lower horizons (traced to the horizon of 1840m) are observed in associations of quartz-molybdenite, quartz-molybdenite-chalcopryrite, quartz-pyritic and quartz-polymetallic stages, i.e. in all ore stages of the deposit. Vertical mineralogical zonality of deposition of arsenic sulfosalts to the depth is manifested by the replacement of enargite-luzonite containing mineral parageneses with tennantite containing ones.

Keywords: copper-molybdenum–porphyry deposits, zonality, arsenic, enargite, luzonite, tennantite.

Introduction: Researches of copper-molybdenum-porphyry deposits of Zangezur ore district (ZOD) in recent years are mostly related to their distribution by age and composition of ore-bearing intrusions, identifying the geodynamic environment of their formation, as well as isotopy of ores and igneous rocks (Мелконян и др., 2014; Hovakimyan et al., 2015, 2016, 2018, Moritz et al., 2015, 2016; Rezeau et al., 2015; Rezeau, 2017). Less attention is paid to the characteristics of material composition of ores, which in the deposits of copper-molybdenum porphyry type of Zangezur ore district are characterized by the analogous set of secondary metals (Мовсесян, Исаенко, 1974; Пиджян, 1975; Карамян, 1978; Карапетян, 1982), in varying degrees of prevalence. Meanwhile, it is particularly the features of distribution of both profiling and secondary metals in the ores of stockwork must determine the ore-geochemical profile of the deposit and contribute to the construction of its mineralogical and geochemical model.

As far as possible, this gap has been filled by research in recent years

(Арутюнян, Оганесян, 2018). The material accumulated over the years of continuous detailed study of ores of Kadjaran deposit on the study of features of distribution of not only basic sulphides of deposits of copper-molybdenum-porphyry type – chalcopyrite and molybdenite, but also the accompanying minerals – pyrite, galena, sphalerite, and many others, among which no small place is occupied by copper-arsenic sulfosalts, allows summarizing the data, highlighting the characteristic features of distribution of As over the vertical span of copper-molybdenum mineralization.

Mineralogy of arsenic ores. The beginning of the study of mineral composition of ores of Kadjaran deposit was laid in the first half of the last century in connection with their industrial development and solution of a number of technological issues. The first study of ore mineralogy of the deposit was carried out by P.M. Zamyatin and I.N. Chirkov (1937), somewhat later they were continued by S.A. Movsesyan (1941) and Z.V. Rupasova (1942). Later, detailed studies were carried out by I.G. Magakyan (1954, 1970), M.P. Isayenko (1964, 1966), G.O. Pijyan (1960, 1975), E.A. Hakobyan (1960), A.S. Haramazyan (1958, 1974), R.N. Zaryan (1964), S.A. Movsesyan (1969), K.A. Karamyanyan (1960, 1978, 1981). In addition to the description of individual minerals (the researches recorded more than 70 mineral types), study of material composition of basic and secondary sulphides of the deposit, the development features of minerals of oxidation zone and of secondary sulfide enrichment were also studied (Акопян, 1960; Мовсесян, 1941; Мовсесян, Исаенко, 1974; Мкртчян и др., 1969; Фарамазян, 1974; Пиджян, 1975; Карамян, 1978, 1981).

Common copper-molybdenum ores, currently developed on Kadjaran deposit are represented by rare thin veins and predominantly, by zones of veining with the capacity up to the first meters, often with localization of mineral associations of different time stages; the proportion of disseminated mineralization is 10% (Мкртчян и др., 1969; Карамян, Фарамазян, 1960; Мовсесян, Исаенко, 1974; Пиджян, 1975). Exploitation work is carried out below the oxidation surface (Акопян, 1960; Мовсесян, Исаенко, 1974; Пиджян, 1975), in the distribution zone of sulfide ores, represented not only by chalcopyrites and molybdenites of basic industrial stages, but also by the minerals sufficiently widespread on the deposit. These include pyrite, galena, sphalerite, tellurides, native gold, silver and many others, and among others arsenic minerals, which are undesirable component of commercial copper concentrates.

Presence of enargite was observed in the ores of quartz-chalcopyrite-molybdenite, quartz-chalcopyrite, quartz-pyritic and quartz-sphalerite-galenic stages (Мкртчян и др., 1969; Фарамазян, 1974; Карамян, 1978, 1981). Enargite was noticed by G.O. Pijyan (1975) also in paragenetic associations of quartz-molybdenite stage. The amount of enargite in the veinlets of different composition ranges within 0.05-0.2%, size of grains is – 0.05-0.5mm; most of all enargite together with luzonite are spread in the veinlets of quartz-chalcopyrite stage (Мкртчян и др., 1969; Фарамазян, 1974). In the upper horizons enargite was observed in single grains (Фарамазян, 1974). Copper-arsenic sulfosalts in the form of thin monomineral veinlets, rarely with quartz,

cross segregations of chalcopyrite, rarely of pyrite, sphalerite, sometimes of molybdenite; enargite also occurs in the form of reactionary fringes, accrued on segregations of chalcopyrite (Фарамазян, 1974). Luzonite grain size is 0.05-0.1mm, their relict form in the enargite grains allowed the researchers to assume that enargite represents product of luzonite transformation. Tennantite like enargite, occurs in all stages of mineralization, depositing at the end of ore deposition. A reactionary replacement of enargite by tennantite is often observed (Карамян, 1972; Фарамазян, 1974; Мовсесян, Исаенко, 1974; Пиджян, 1975; Карамян, 1978, 1981). Tennantite grain size ranges within 0.1-0.2mm. S.A.Movsesyan and M.P.Isayenko (1974) noted intensive replacement of enargite and luzonite by tennantite at a depth of 300-400 m from the surface.

Distribution of arsenic in the ores of stockwork. Close association of copper-arsenic sulfosalts with chalcopyrite conditions their transition during flotation together with chalcopyrite into copper concentrate with average content of 0.5% (Агамирян и др., 1985). Exceeding of these contents in copper concentrates in 1990 made it necessary to single out on the deposit the sites with content of As in the ores of 0.1-1% and mapping them (Таян и др., 1991). It should be noted that before that in the ores of overlying horizons the contents of arsenic up to 0.1% were rarely observed (Фарамазян, 1974). When drawing up single-element maps (Таян и др., 1991) it was considered appropriate to single out 5 classes of As contents: 0.005%; 0.005-0.05%; 0.05-0.15%; 0.15-0.30%, and >0.30%. The data on the As content in ores were summarized by us according to the general plan of the mine 1: 2000, which combines 3 horizons of the deposit - 2005, 1985, 1965m (fig.1).

The scheme of distribution of arsenic drafted by us illustrated the prevailing development of ores of the first class contents – 0.005 %. The ores exceeding these contents were located within the fields of the first class by local islets. The largest contrasting anomaly with an area of about 1200m², represented by thickening of isolines, reflecting 3-4 classes of contents, was observed in the northern part of the deposit and had a sublatitudinally elongated shape; to the east it was traced by two branches of the northeastern direction. Less contrasting anomalies to the south of this zone, represented by 2-3 classes of contents, and occupying small areas up to 600m², were also characterized by elongation in the sublatitudinal, less often in the northeastern direction.

Besides them, anomalies of arsenic of small area, of the same intensity, oriented in the submeridional direction were distinguished. The research allowed evaluating the contamination of the deposit ores by arsenic. According to recommendations given upon completion of the work two operational units were identified in the northeastern part of the deposit, enriched in copper-arsenic sulfosalts with contents of As >0.05% with sites of enrichment up to 0.3%. It was estimated that with proper ore blending with the prevailing distribution of ores with classes of contents less than 0.05%, these contents do not have a significant impact on the quality of copper concentrates and do not exceed the contents of As up to 0.3% acceptable in them (Таян и др., 1991).

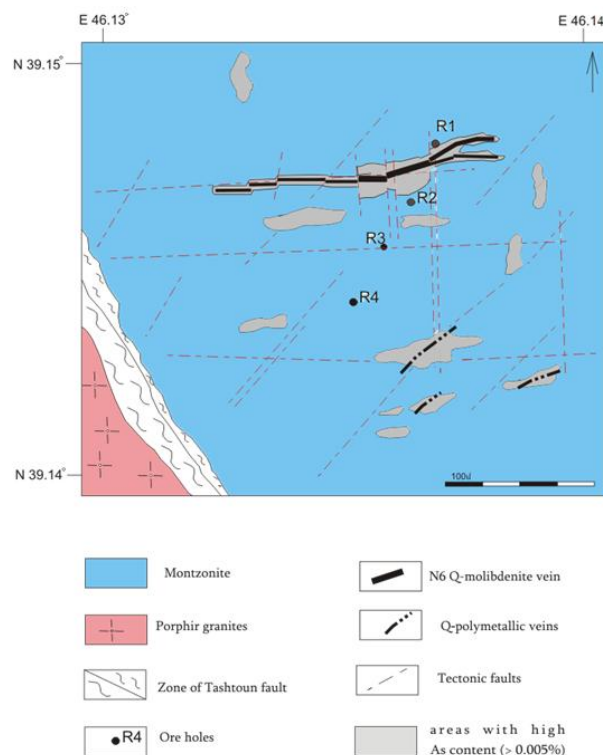


Fig.1. Generalised 3 horizon schematic map of arsenic anomalies for Kadjaran open pit (in WGS 84 coordinate system)

Geological interpretation of sublatitudinal anomaly of arsenic of the northern section showed that it is tied to the longest – up to 800m and deepest quartz-molybdenite vein N6 on the deposit (traced to the horizon of 1840m) (Мкртчян и др., 1969); both in terms of the area and of the intensity, an increase of anomalies is observed from west to east, with fixation of sites of vein expansion. Increase eastward in the vein mass of spotty and nested segregations of chalcopyrite, pyrite, sphalerite and galena, quite often veinlets, along with black fine-grained cryptocrystalline quartz of brecciated structure, in which fragments of white quartz with molybdenite are observed, speaks of sequential fragmentation and «grouting» of the early mineral associations by the later ones (Мкртчян и др., 1969). The nature of the halo of arsenic anomaly, accompanying the formation of the vein and its branches all over, suggests that metal deposition occurred from one and the same solution when reopening the latitudinally oriented localizing structure, complicated in the eastern part by the structures of northeastern strike.

Relatively contrasting anomalies of As, recorded to the south of the 6th vein, are associated with the areas of intensive veining of quartz-chalcopyrite and quartz-molybdenite-chalcopyrite stages. In addition to them, anomalies close to quartz-polymetallic veins are also observed, that is mainly observed on the southeastern flank of the deposit.

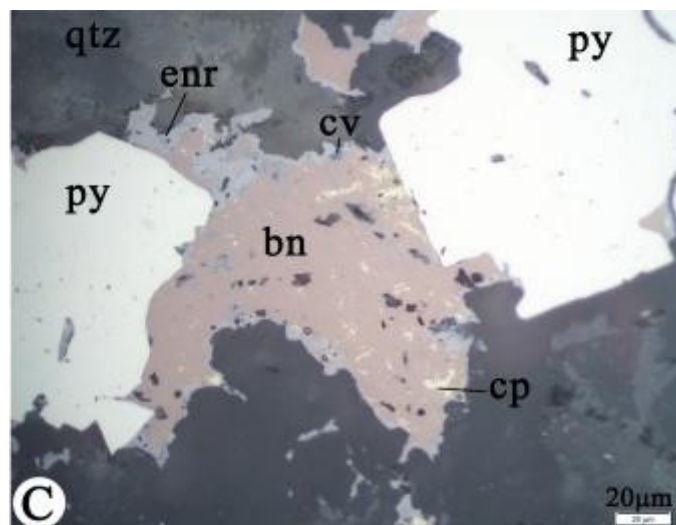


Fig.2. Numerous relics of chalcopyrite in the field of bornite testify to the metasomatic formation of the latter and displacement of arsenic component to the periphery.

Association of enargite with chalcosine, bornite and covellite in bakelites of copper concentrates, in addition to assessing the quality of concentrates, contributed to the identification of associative links of arsenic with other minerals except chalcopyrite (Таян и др., 1991). This allowed linking small anomalies of arsenic with zones of limonitization, developing in areas of steeply dipping meridional faults. In the absence in the zone of supergenesis of clearly defined zone of secondary sulfide enrichment (Акопян, 1960; Мовсесян, Исаенко, 1974; Фарамазян, 1974), development of minerals of secondary sulfide enrichment along fractures was observed by researchers up to the depth of 200m (Акопян, 1960; Пиджян, 1975). According to our research the minerals of secondary sulfide enrichment zone were traced up to the horizon of 1965m (fig.2).

Quantitative distribution of As in monomineral fractions of chalcopyrite, molybdenite, pyrite, selected from the horizons enriched by arsenic, is illustrated in fig.3. The average contents are shown in the table 1. It should be noted the difficulty of comparability of diverse analysis of arsenic, carried out in different years by laboratories with various technological and analytical equipment.

Table 1.

Distribution of arsenic in basic sulphides of Kadjaran deposit

Minerals	Number of samples	X	S	V
Chalcopyrite	18	0.13	0.16	123
Molybdenite	25	0.01	0.007	70
Pyrite	16	0.0348	0.037	106

Note: X – arithmetical mean; S – standard deviation; V – coefficient of variation

In molybdenites the contents of As range within 0.008-0.018%; in the most part of molybdenites hundredths of a percent of As are observed (fig.3).

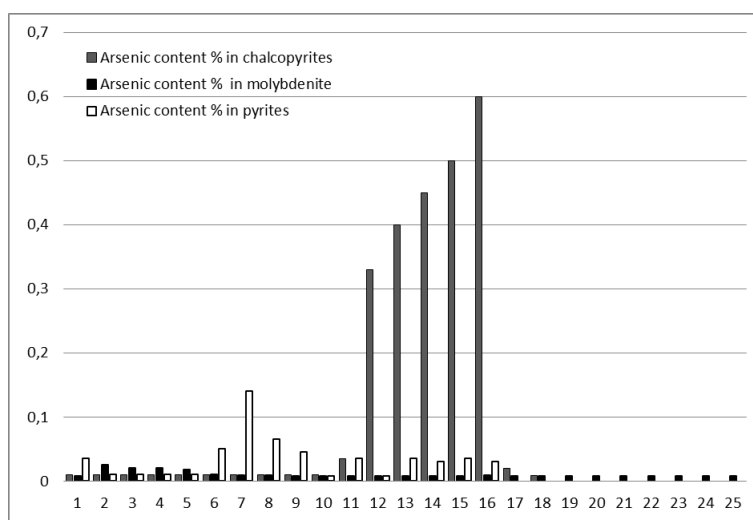


Fig.3. The nature of distribution of arsenic in chalcopyrites, molybdenites and pyrites (in %).

More stable distribution of arsenic was observed in the upper horizons by A.S. Pharamazyan (1974), moreover, in molybdenites of different generations – 0.01-0.03%. Chalcopyrites and pyrites of the mentioned horizons in comparison with the data of A.S. Pharamazyan (1974) show relative enrichment in As: chalcopyrites – 0.01 – 0.60% (0.01-0.3% acc. to A.S. Pharamazyan), pyrites – 0.01-0.14% (0.01-0.1%) wherein, both in chalcopyrites and in pyrites As is mostly represented by hundredths of a percent.

The study of the mineral composition of ores has shown that already from the horizon of 1935m in copper-molybdenum ores enargite is much less frequently observed, while tennantite occurs more often, as it was noted in earlier studies (Мовсесян, Исаенко, 1974).

A similar replacement of the near-surface associations with enargite-luzonite in the lower horizons with tennantite containing ones is described on the copper-porphyry gold bearing deposit of El Salvador in Chile, however in polymetallic Cp-Py-Sl-Gl associations (Einaudi et al., 2003). If in the upper horizons in Kadjaran copper-molybdenum and polymetallic ores along the edges of granular aggregates or individual crystals of enargite replacing chalcopyrite, a thin rim of tennantite is observed, then in the lower horizons the role of tennantite increases significantly.

Starting from the horizon of 1975m primary tennantite is observed in the association with chalcopyrite, not containing relics of foreign minerals, which forms more or less idiomorphic grains 0.1-0.2mm in size. The primary tennantite is also observed in chalcopyrite-molybdenite ores of the 6th quartz-molybdenite vein in the horizon of 1840m (fig.4).

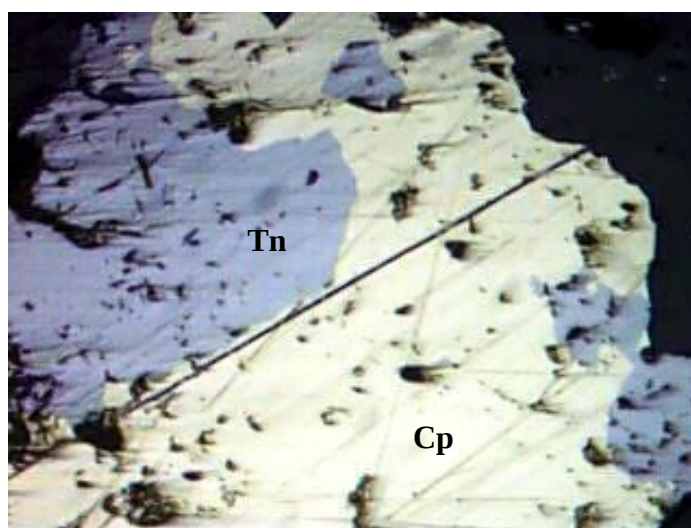


Fig.4. Phenocryst of chalcopyrite (Cp) with tennantite (Tn). x 400. Quartz-molybdenite 6th vein. Horizon of 1840m.

Discussion and conclusions

Copper-arsenic sulfosalts are typical of the deposits of Cu-porphyry type ($\text{Cu/Mo} = 180\text{-}300$) of Western Mediterranean segment of Tethys-Eurasian metallogenic belt (Buchim, Zlatitsa-Plavitsa Majdanpek, Veliki Krivel, Bor, Asarel, Medet, etc.), and they are less typical of deposits of Eastern Mediterranean segment. In the ores of Cu-Mo porphyry deposits – Kadjaran, Agarak, Lichk, Aygedzor, Hankasar, Dastakert, Hankavan of Tsaghkunk-Zangezur zone of the Lesser Caucasus, of central part of Tethys-Eurasian metallogenic belt the presence of arsenic was observed by many researchers (Мовсисян, Исаенко, 1974; Пиджян, 1975; Карамян, 1978; Карапетян, 1982 и др.).

Our researches have been devoted to the study of nature of distribution of As in the ores of Kadjaran copper-molybdenum deposit to the depth, which allowed identifying the main features of its manifestation.

1. In vertical section of copper-molybdenum ores As is distributed unevenly; the near surface horizons rich in copper mineralization are depleted in As, and the identified interval of the horizons – 2005-1965m, enriched in As, is the average part in depth (the upper edge of industrial ores is 2300m, the lower one is 1450m). Copper-arsenic sulfosalts are observed in the mineral associations of all ore stages of Kadjaran deposit – quartz-molybdenite, quartz-molybdenite-chalcopyritic, quartz-chalcopyritic, quartz-pyritic, quartz-polymetallic, as noted by some researchers, only with predominant deposition in quartz-chalcopyritic stage (Акопян, 1960; Мкртчян и др., 1969; Фарамазян, 1974; Мовсисян, Исаенко, 1974; Пиджян, 1975).

It is interesting that in the scheme of generalized ore zoning of deposits of Cu -porphyry type (Sillitoe, 1993, 2010; Кривцов и др. 1986; Einaudi et al.,

2003), arsenic sulfosalts gravitate to the apical part of the ore system and are common in chalcopyrite-pyrite-hematite and galena-sphalerite-chalcopyrite-pyritic associations.

2. With background content of As 0.005%, local sites with contents of As 0.1-0.5%, are confined to the areas of intense manifestations of the stages not only productive on Cu, but also to the veins of quartz-polymetallic composition, which allows suggesting unlike the previous researchers (Мкртчян и др., 1969; Фарамазян, 1974) that a considerable part of copper-arsenic sulfosalts is in the mineral associations of this stage. No significant concentrations of arsenic in the upper horizons of 2145-2040m of Kadjaran deposit with great development of copper mineralization $Cu/Mo = 6.5-8.3$, compared to lower horizons, where $Cu/Mo = 5.0-4.4$ (Таян и др., 2003), indicates the absence of correlations between migratory activities of Cu and As in ascending solutions.

3. The assumption of the vertical mineralogical zoning of deposition of arsenic sulfosalts in the ores of Kadjaran stockwork (Мовсесян, Исаенко, 1974) is completely confirmed by our researches. Up to 60-80m from the surface (stockwork of copper-molybdenum ores is traced from 2300 to 1450m) enargite and luzonite occur in rare grains in mineral associations with prevailing chalcopyrite; in the range of the horizons of 2200-2150m increase of the contents of enargite-luzonite is observed and tennantite appears; the prevailing role of tennantite among copper-arsenic sulfosalts is traced from the horizon of 1935m.

Deposition of luzonite, enargite and tennantite in the mentioned sequence during each ore stage (quartz-molybdenite-chalcopyritic, quartz-pyritic and quartz-polymetallic) speaks of a gradual replacement of oxidative conditions by reducing ones; displacement of enargite-luzonite association by tennantite to the depth testify to the more rapid increase in the recovery potential of ore formation environment in comparison with the upper horizons.

4. Between the basic sulfides of the deposit – molybdenite, chalcopyrite and pyrite, As is unevenly distributed. It is significant that even the highest contents of As in pyrites of Kadjaran deposit – 1400g/t do not exceed its average contents in pyrites of deposits of gold polymetallic formation of Zangezur Ore District – 5097 g/t (Таян и др., 2005), that allows moving out pyrite from the standpoint of formational analysis as mineral-indicator (Григорян, Ляхович, 2000) when assessing the geochemical anomalies.

The nature of distribution of arsenic along the vertical section of copper-molybdenum ores together with mineralogical zoning of deposition of copper-arsenic sulfosalts vertically, is one of the most important characteristics, which reflects the ore-geochemical profile of Kadjaran copper-molybdenum deposit. Further research will show according to the uniformity of the material composition of ores to what extent it may be extended to the other copper-molybdenum-porphyry deposits of Tsaghkunk-Zangezur zone.

Литература

- Агамирян К.А., Цамерян П.П., Карамян К.А.** 1985. Подсчет запасов Каджаранского медно-молибденового месторождения по состоянию на 01.04.1985г. (отчет о детальном разведочных работах Каджаранской ГРП Капанской ГРЭ за 1976-1985гг.). Ереван, Армгеолфонды.
- Акопян Е.А.** 1960. Минералогия зоны окисления главнейших медно-молибденовых месторождений Армении (Каджаран, Агарах, Дастакерт, Анкаван, Мисхана). Ереван, изд. АН АрмССР, 250с.
- Акопян М.С., Мелконян Р.Л., Маданян О.Г., Таян Р.Н., Искандарян Г.Г.** 1989. Новые данные о генезисе Каджаранского медно-молибденового месторождения. ДАН АрмССР, т. 89, Геохимия, с.26-29.
- Арутюнян М.А., Оганесян А.Е.** 2018. Распределение золота и серебра в рудах Каджаранского медно-молибденового месторождения. Изв. НАН РА, Науки о Земле, № 2, с.3-15.
- Арутюнян М.А., Таян Р.Н.** 2005. Минералого-геохимические критерии определения формационного типа сульфидных рудопоявлений. В кн.: "Рудные месторождения: вопросы происхождения и эволюции". Материалы IV Уральского металлогенического совещания. Миасс, изд. Илмен. Зап., с.21-23.
- Григорян С.В., Ляхович Т.Т.** 2000. Оценка геохимических аномалий по элементам-примесям в минералах. Методические рекомендации. Москва, полиграфическая база ИМГРЭ, 79с.
- Карамян К.А., Фарамазян А.С.** 1960. Стадии минерализации Каджаранского медно-молибденового месторождения. Изв. АН АрмССР, сер. геол.-географ. Наук, №3-4, с.65-88.
- Карамян К.А.** 1978. Геологическое строение, структура и условия образования медно-молибденовых месторождений Зангезурского рудного района. Ереван, изд. АН АрмССР, 178с.
- Карамян К.А.** 1981. Минеральные ассоциации и минералы месторождений Зангезурского рудного района. Ереван, изд. АН АрмССР, 227с.
- Карапегян А.И.** 1982. Эндогенные рудные формации Памбак-Зангезурской металлогенической зоны Малого Кавказа. Ереван, изд. АН АрмССР, 348с.
- Кривцов А.И., Мигачев И.Ф., Попов В.С.** 1986. Медно-порфировые месторождения мира. Москва, "Недра", 235с.
- Мелконян Р.Л., Моритц Р., Таян Р.Н., Селби Д., Гукасян Р.Х., Овакимян С.Э.** 2014. Главнейшие медно-порфировые системы Малого Кавказа. Изв.НАН РА, Науки о Земле, № 1, с.3-29.
- Мкртчян С.С., Карамян К.А., Аревшатян Т.А.** 1969. Каджаранское медно-молибденовое месторождение. Ереван, изд. АН АрмССР, 330с.
- Мовсесян С.А.** 1941. Пирдоуданское медно-молибденовое месторождение. Ереван, изд. Арм. ФАНа, 145с.
- Мовсесян С.А., Исаенко М.П.** 1974. Комплексные медно-молибденовые месторождения. Москва, "Недра", 345с.
- Пиджян Г.О.** 1960. К минералогии руд Каджаранского медно-молибденового месторождения. Изв. АН АрмССР, серия геол., № 2, с.31-50.
- Пиджян Г.О.** 1975. Медно-молибденовая формация руд АрмССР. Ереван, изд. АН АрмССР, 310с.
- Таян Р. Н.** 1984. Особенности развития разрывных структур Каджаранского рудного поля. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, № 3, с. 21-29.
- Таян Р.Н., Арутюнян М.А., Саркисян С.П.** 1991. Изучение геолого-структурных и минералого-геохимических условий локализации руд Каджаранского штокверка, как критерий распределения полезных компонентов и рационального их освоения (информационный отчет по договорной работе с Каджаранским ММК от 15 января 1990г.). Каджаран, Фонды ММК, 45с.
- Таян Р.Н., Саркисян С.П., Арутюнян М.А.** 2003. Особенности локализации медно-молибденового оруденения Южного Зангезура. Изв. НАН РА, Науки о Земле, №3, с.24-29.
- Таян Р.Н., Арутюнян М.А., Оганесян А.Е.** 2005. К вопросу размещения медно-молибденовой и золото-полиметаллической формаций Южного Зангезура и возможности

- идентификации рудопроявлений по элементам примесей в пиритах. Изв. НАН РА, Науки о Земле, №3, с.17-24.
- Фарамазян А.С.** 1958. К минералогии полиметаллических руд Каджаранского медно-молибденового месторождения. Изв. АН АрмССР, сер. геол.-географ. Наук, № 6, с.41-47.
- Фарамазян А.С.** 1974. Каджаранское медно-молибденовое месторождение. В кн.: Минералогия, геохимия и условия образования рудных месторождений Армянской ССР. Ереван, изд. АН АрмССР, с.145-250.
- Einaudi, M.T., Hedenquist, I.W. and Inan, E.E.** 2003. Sulfidation state of fluids in active and extinct hydrothermal systems: Transitions from porphyry to epithermal environments. Society of Economic Geologists Special Publication. 10, p.285-313.
- Hovakimyan S., Moritz R., Tayan R., Harutyunyan M., Rezeau H.** 24-27 August 2015. The world-class Kadjaran Mo-Cu-porphyry deposit, Southern Armenia, Lesser Caucasus: structural controls, mineral paragenesis and fluid evolution. In: Anne-Sylvie Andre-Mayer et al. (eds.), Mineral resources in a sustainable world, 13th SGA Biennial Meeting, France, Nancy v.1, p.295-298.
- Hovakimyan S., Moritz R., Tayan R., Melkonyan R. and Harutyunyan M.** 18th March 2016. Structural controls of major porphyry Cu-Mo and epithermal Au-polymetallic deposits during subduction to post-collisional evolution of the southernmost Lesser Caucasus, Armenia, Tethyan metallogenic belt. "Journée Métallogénique: Annual Meeting of Swiss Ore Deposit Geoscientists", University of Bern, Switzerland; Abstract volume, p.11.
- Hovakimyan S., Moritz R., Tayan R., Melkonyan R., Harutyunyan M.** 18-19 November 2016. Regional strike-slip tectonics and porphyry Cu-Mo and epithermal ore deposit formation during Cenozoic subduction to post-collisional evolution of the southernmost Lesser Caucasus, Tethyan belt. 14th Swiss Geoscience Meeting, Geneva, Switzerland, abstract volume, p.61-62.
- Hovakimyan S., Moritz R., Tayan R., Harutyunyan M., Rezeau H., Melkonyan R., Hovhannisyan A.** 2018. Tectonic setting of the Cenozoic Kadjaran porphyry Mo-Cu epithermal system, Armenia, Lesser Caucasus, Tethyan belt. 16th Swiss geoscience meeting, Bern, Abstract volume, p.111-112.
- Moritz R., Rezeau H., Ovtcharova M., Hovakimyan S., Chiaradia M., Tayan R., Melkonyan R., Ramazanov V., Ulianov A., Putlitz B.** 24- 27 August 2015. Tethyan subduction to post-subduction magmatic evolution and pulsed porphyry Cu-Mo deposit emplacement in the southernmost Lesser Caucasus. In: Anne-Sylvie André-Mayer et al. (eds), "Mineral resources in a sustainable world", 13th SGA Biennial Meeting, France, Nancy, v.1, p.145-148.
- Moritz R., Rezeau H., Ovtcharova M., Tayan R., Melkonyan R., Hovakimyan S., Ramazanov V., Selby D., Ulianov A., Chiaradia M., Putlitz B.** 2016. Long-lived, stationary magmatism and pulsed porphyry systems during Tethyan subduction to post-collision evolution in the southernmost Lesser Caucasus, Armenia and Nakhichevan. Gondwana Research, v. 37, p.465-503.
- Rezeau H., Moritz R., Wotzlav J-F., Hovakimyan S., Tayan R. and Selby D.** 24- 27 August 2015. Pulsed porphyry Cu-Mo formation during protracted pluton emplacement in Southern Armenia, Lesser Caucasus: the potential role of crustal melting for ore recycling. In: Anne-Sylvie André-Mayer et al. (eds), "Mineral resources in a sustainable world", 13th SGA Biennial Meeting, France, Nancy, v.1, p.343-346.
- Rezeau H.** 2017. Petrogenesis of the cenozoic Meghri-Ordubad pluton, southernmost Lesser Caucasus: Implications for the formation of large porphyry Cu-Mo systems during the Arabia-Eurasia accretionary orogenesis. Université de Genève. Section des sciences de la Terre et de l'environnement. Volum 139, 305p.
- Sillitoe R.H.** 1993. Epithermal models: Genetic types, geometrical controls and shallow features. *Geological Association of Canada - Special Paper* 40: p.403-417.
- Sillitoe R.H.** 2010. Porphyry Copper Systems. *Economic Geology*, v.105, p.3-41.

**ՄԿՆԴԵՂԻ ՏԵՂԱԲԱՇԽՄԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ
ՔԱԶԱՐԱՆԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ՀԱՆՔԱՔԱՐԵՐՈՒՄ**

**Հարությունյան Մ.Ա., Հովհաննիսյան Ա.Ե., Մադաթյան Ն.Ի.,
Հովակիմյան Ս.Է., Միրադեղյան Վ.Վ.**

Ամփոփում

Պղինձ-մոլիբդեն պորֆիրային տիպի հանքավայրերի հանքաքանակ-երկրաքիմիական պրոֆիլը որոշվում է ոչ միայն պրոֆիլացնող մետաղների կոնցենտրացիայի մակարդակով, այլ նաև նրանց ուղեկցող երկրորդական մետաղների տեղաբաշխման առանձնահատկություններով: Քաջարանի հանքավայրի պղինձ-մոլիբդենային շտոքվերկում (արդյունաբերական հանքայնացման վերին սահմանը 2300մ բացարձակ բարձրություն, ներքինը՝ 1450մ) առանձնացված է միջին խորության հորիզոնների միջակայք՝ 2005-1965մ՝ հարստացված մկնդեղով, որտեղ մկնդեղը ունի 0,005% ֆոնային արժեքները, բայց առանձին տեղամասերում մկնդեղի արժեքները հասնում են մինչև 0.1-0.3%: Վերին հորիզոններից սկսած մինչև ուսումնասիրված 1840մ հորիզոնը, պղինձ-մկնդեղային սուլֆոաղերը հանդիպում են քվարց-մոլիբդենիտային, քվարց-մոլիբդենիտ-խալկոպիրիտային, քվարց-պիրիտային, քվարց-բազմամետաղային ստադիաներում, այսինքն հանքավայրի բոլոր հանքային ստադիաներում: Մկնդեղային սուլֆոաղերի նստեցման միներալոգիական ուղղահայաց գոտիականությունը, ըստ խորության, արտահայտվում է էնարգիտ-լյուցոնիտ պարունակող միներալների պարագենեզիսի հերթափոխով տենանտիտ պարունակողներով:

**ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЫШЬЯКА В РУДАХ
КАДЖАРАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**Арутюнян М.А., Оганесян А.Е., Магакьян Н.И.,
Овакимян С.Э., Сирадегян В.В.**

Резюме

Рудно-геохимический профиль месторождения медно-молибден-порфирового типа определяется не только уровнями концентрации профилирующих металлов, но и характером распределения сопутствующих им второстепенных металлов. В медно-молибденовом штокверке Каджаранского месторождения (абсолютная отметка верхней кромки промышленных руд 2300м, нижней 1450м) выделен средний по глубинности интервал горизонтов 2005-1965м обогащенный As; при фоновом содержании мышьяка 0,005% на отдельных участках, содержания As достигают 0,1-0,3%. Медно-мышьяковые сульфосоли как на верхних, так и нижних горизонтах (прослежены до горизонта 1840м) отмечаются в ассоциациях кварц-молибенитовой, кварц-молибденит-халькопиритовой, кварц-пиритовой и кварц-полиметаллической стадий, т. е. во всех рудных стадий месторождения. Вертикальная минералогическая зональность отложения мышьяковых сульфосолей с глубиной проявляется сменой энаргит-люцонит содержащих минеральных парагенезисов на теннантит содержащие.

ԲՆԱԿԱՆ ՎՏԱՆԳՆԵՐ

1406 ԹՎԱԿԱՆԻ ԱՎԵՐԻՉ ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԸ ՍՅՈՒՆԻՔՈՒՄ (ՀՀ)

Հարությունյան Ռ.Ա.

*ԳԱՍ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ
0019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյանի պող, 24ա,
Հայաստանի Հանրապետություն
e-mail: roubenhar@web.am
Հանձնված է խմբագրություն՝ 01.10.2019*

Պատմական և երկրաշարժագիտական փաստերի վերլուծության հիման վրա, վերահաստատվում է, որ 1406 թվականի նոյեմբերի 29-ին Սյունիքում տեղի է ունեցել ուժեղ երկրաշարժ: Երկրաշարժի վերկենտրոնը (էպիկենտրոնը) գտնվում էր Զանգեզուրի լեռնաշղթային ջրբաժանի վրա՝ Սիսիանի լեռնազբոս, իսկ վերկենտրոնային շրջանը ներառում էր դեպի Շամբ ու Զուղա հոսող գետերի ակունքները: Երկրաշարժի հետևանքներից մեկն էլ եղել է հաջորդ տարի Զանգեզուրի լեռնաշղթայի արևմտյան և արևելյան ստորոտներում սկսված մահաբեր համաճարակը: Չեն հաստատվում 1407 թվականին տեղի ունեցած հզոր երկրաշարժի մասին ենթադրությունները:

Հանգուցային բառեր՝ պատմական երկրաշարժ, վերկենտրոն, տարեթիվ, համաճարակ:

Այս երկրաշարժը ներառված է Ambrases and Melville (1982), Զեյթունյան (1991 անտիպ), Berberian (1994), Guidoboni (1995), Բարսեղյան (1995), Անտոնյան և Հարությունյան (2005), Բաբայան (2006) կատալոգներում: Բոլորի համար սկզբնաղբյուր են հաղիսացել ԺԵ (15) դարի հայերեն ձեռագրերի հիշատակարանները (ԺԵ դարի, 1955): Մական բոլոր այս աշխատանքներում, ինչպես նաև հետագա հետազոտությունների ընթացքում, առաջացել են տարակարծություններ թե երկրաշարժի թվականի՝ 1406 ու 1407, և թե վերկենտրոնի տեղադրության վերաբերյալ:

Այսպես, ըստ Ambrases and Melville (1982), Berberian (1994) կատալոգների երկրաշարժը տեղի է ունեցել 1406 թվականի նոյեմբերի 29-ին, իսկ որպես վերկենտրոն նշված է Տաթևը:

Ըստ Բարսեղյանի կատալոգի (1995) տեղի են ունեցել 2 երկրաշարժ՝ մեկը 1406 թվականին Տաթևի մոտ և մյուսը 1407 թվականին Շամբի ու Զուղայի մերձակայքում:

Ըստ Անտոնյանի և Հարությունյանի կատալոգի (2005) երկրաշարժը տեղի է ունեցել 1407 թվականի նոյեմբերի 29-ին, վերկենտրոնը գտնվում է Սիսիանից 5կմ արևելք:

Թ.Բաբայանը (2006) ենթադրում է, որ «Միսիանի շրջանում մեկ տարվա ընթացքում (1406 թվականի վերջերից 1407 թվականի վերջը) տեղի ունեցած շատ ցնցումներից առավել ուժգին են եղել երկուսը: Նշված առաջին իրադարձությունը, որը հավանաբար 1407 թվի երկրաշարժի համեմատաբար թույլ նախացնումն է եղել, ցնցել է Տաթևի վանքի կառույցները, առանց վնասելու դրանք: Երկրորդ իրադարձությունը, որը տեղի է ունեցել 1407 թվին նույն տարածքում, ավելի ուժեղ է եղել, քանի որ վնասված պատվածքներ են առաջացել, ինչպես նաև մահ է սփռվել: 1407 թվականի երկրաշարժի նկարագրված հետևանքները խոսում են այն մասին, որ նրա ինտենսիվությունը էպիկենտրոնում 8-ից ոչ պակաս է եղել, իսկ էպիկենտրոնը գտնվել է Սյունիքի, Ջուղայի (Նախիջևանի շրջան) և Շամբի (Միսիանի շրջան) միջև գտնվող վայրում»:

Գուդոբոնիի և Տրաինայի կազմած կատալոգում (Guidoboni at al. 1995), ուր հեղինակները օգտվել են Ա.Ջեյթունյանի անտիպ աշխատությունից, կատարված է հիշատակարաններում բերված տվյալների քննարկում, որի հիման վրա եկել են հետևյալ եզրակացություններին.

ա) երկրաշարժը տեղի է ունեցել 1406 թվականի նոյեմբերի 29-ին Տաթևում;

բ) 1407 թվականի Ջուղայի և Շամբի իրադարձությունների նկարագրությունները չեն վկայում երկրաշարժի մասին;

գ) չի բացառվում որ, Տաթևը ցնցած երկրաշարժը եղել է ավերիչ իր վերկենտրոնային տարածքում, քիչ բնակեցված շրջանում, որը կարելի է որոշել բոլոր վկայությունների համատեղ վերլուծության արդյունքում:

Վերը շարադրվածից ելնելով, այս վերլուծության խնդիրն է՝ ճշտել XV-րդ դարի սկզբին Սյունիքում տեղի ունեցած աղետալի երկրաշարժի տարեթիվը և վերկենտրոնի տեղադրությունը:

Սկզբնաղբյուրներում բերված վկայությունների վերլուծությունը

Նախ վերլուծենք սկզբնաղբյուրներում բերված երկրաշարժի և նրա հետևանքների երեք ականատեսների վկայությունները (ԺԵ դարի, 1955):

57-րդ հիշատակարան, գրիչ՝ Թովմա Մեծոփեցի, վայր՝ Տաթև: Հիշատակությունը գրված է ձեռագրի ստորին լուսանցքի վրա, մանր տառերով:

...Ի թվիս Հայոց ՊԾԵ. (1406), ձեռամբ Թովմայի...

Ո՛ր զարմանալի շարժմանս, զի շարժի սուրբ Առաքեալս Տաթևու, և զանգակատունս և զաւագանս, որ է նոյեմբեր ԻԹ (29):

Այս հիշատակությունը 1406 թվականի միակ վկայությունն է և ականատեսը՝ Թովմա Մեծոփեցին, ճշգրտորեն հաղորդում է, որ երկրաշարժը տեղի է ունեցել 1406 թվականի նոյեմբերի 29-ին: Բացի այդ նա զարմանքով նկարագրում է, թե ինչպես է այն արտահայտվել Տա-

թնի վանքում՝ տատանվել են եկեղեցին, զանգակատունը և ճոճվող գավազան-սյունը:

Հաջորդ հիշատակությունները վերաբերվում են 1407 թվականին:

77-րդ հիշատակարան, գրիչ Թովմա Մեծոփեցի, վայր Տաթև-Մեծոփայ վանք:

Արդ, պատմեմ յայսմ վայրի գաղէտ տարակուսանաց և կսկծի: Զի վասն բազմութեան մեղաց մերոց եղև շարժ ի վերայ երկրի, զի հաստատութիւնք երկրի դըրդեցան, և կարծր բնութիւնք վիմաց պատանեցան, և բազում դիակունք մեռեալ գտան, և ամ մի ի լման երկիրս շարժեալ: Եւ մինչ ի յայս տագնապի կայաք՝ եկն մահ տարածամ ի վերայ երկրիս (ի Զուղայ և ի Շամբն – այս գրված է լուսանցքում), և այսօր եղբայր Սմբատին պարոն Բուրթել՝ հանդերձ որդուովք իւրովք՝ հանգեալ ի Քրիստոս, և որդի Սմբատին, և այլքս՝ անթուելիք են: Եւ ով կարէ պատմել զձայն կանացեաց՝ կականալիք և աղիողորմ, զի ամենեքեան որդեկորոյս եղեն՝ որք և այրի, զի նախախնամութիւնն աստուծոյ ծաղկաքաղ առնէ զընտիրս ի մանկանց հաճելոց:

Այս հիշատակությունը պատկանում է նախորդ վկայության հեղինակ Թովմա Մեծոփեցուն, որը հաջորդ տարում նկարագրում է երկրաշարժի ընթացքը և հետևանքները.երկրում երկրաշարժ եղավ, ընդերքը դրդաց, կարծր ապառաժները պատռվեցին, զոհերի բազում դիակներ գտան, մի ամբողջ տարի ցնցումները շարունակվում էին: Այս ընթացքում, ըստ ականատեսի, սկսվում է մահ տարածամե, այսինքն համաճարակ (Մալխասեանց, 1944), որի զոհն են դառնում բազում մարդիկ, այդ թվում իշխան Բուրթելը զավակների հետ, նաև իշխան Սմբատի որդին: Հատուկ նշվում են համաճարակի տարածման շրջանները՝ Զուղան և Շամբը:

Հաջորդ ականատեսը նույնպես Տաթևից է՝ Թովմա գրիչը:

74-րդ հիշատակարան, գրիչ Թովմայ, վայր Տաթև:

...Ի թվաբերութեան Հայկազեան տոմարի Պ.-երորդի Օ.-երորդի Զ.-երորդի (1407) գրեցաւ և յանկ ելեալ աւարտեցաւ մատեանս աստուածային... Եւ այսմ ամի, վասն բազմացեալ մեղաց մերոց, եղև աստուածասատ խռովութիւն, թեպէտ պատիժ, սակայն վասն սիրոյ, զի զոր սիրէ տէր՝ խրատէ: Զի եղև կրկին պատուհաս. Առաջին՝ շարժ ահագին, զի շարժեցէ զչարս ի բարի, որ և խնայեաց ի մեզ, թեպէտ ոչ ըստ արժանեաց, սակայն յախտեալ ի սիրոյն. Երկրորդն՝ մահ տարածամ, որ յոյժ տրտմեցաք, զի իշխան մեր Բիւրթել կոչեցեալ՝ ի Քրիստոս փոխեալ, մանկամ[բ]քն ծաղկեալ:

Ըստ Թովմայի հիշատակության, եղել են 2 (կրկին) պատուհաս. առաջինը՝ ուժեղ երկրաշարժ, որը իրենց վնաս չի տվել (Տաթևում), և երկրորդը՝ համաճարակ, որին զոհ են դառնել իշխան Բուրթելը և իր մանկահասակ զավակները:

Երրորդ ականատեսը վարդապետ Յոհանէսը Տաթևից չէր, այլ Սյունիքի այն շրջանից, ուր համաճարակը շատ զոհեր էր խլել (հավա-

նաբար համաճարակի կենտրոն Շամբի շրջակայքից, ավելի հավանական է վարդապետ է եղել Վաղադինի վանքում):

79-րդ հիշատակարան, գրիչ՝ Յոհաննես, վայր՝ Սիւնիք:

...Այլ և զձեզ աղաչեմ, յիշման արժանի առնեք... փոխեցեալ ի սմին ամսի Բ.(2) հօրեղբարորդիք իմ ի Քրիստոս՝ Թուխթամիշ և Բախշաիշ անուամբ, և այլ բազում, զի Բ.(2) քօյրք իմ ամսով մի առաջ՝ Է.(7) տղեցով և դստերով մեռան, զի այսմ ամի մահ տարածամ շարժեցաւ ի վերայ աշխարհի, գողայոց վերջք արար, որ բերանով չէ պատմելի, ի քսանէ, ի երեսնէ, ի յսնէ թէ մին տղ[այ] մնաց՝ ԺԵ.(15) տարոյ ի վեր, պակաս մեռաւ...

Շարունակությունում նշվում է հաջորդող դեպքի՝ Յուսուփի հաղթանակի, տարեթիվը.

...տիրեր աշխարհիս մեր Յուսուփ անուն թուրքման և այսմ ամե... /յախթահարե՞աց/ ճաղաթին, որ եկեալ ի վերայ սորա՝ թոռն Թամուրին կոչեցեալ /Աբու-Բաքր/, և Յուսուփս տիրէ թագաւորութեան... ի թվականիս Հայոց ՊԾԶ. (1407)-ի, մարերի ամսոյն ի ԻԵ.(25), մայիսի ամսոյն Թ.(9):

Այս ականատեսը վկայում է, հիշյալ տարում երկրում համաճարակ է սկսվել, որի գոհն են դարձել իր եղբայրները ու քույրերը իրենց զավակներով, որոնք մահացել են երկու ամսվա ընթացքում: Նա հատուկ ընդգծում է, որ առավել շատ երեխաներ են զոհվել՝ քսանից, երեսունից, հիսունից մեկ տղա մնաց՝ 15 տարիների ընթացքում ավելի քիչ կորուստ է լինում: Մեծ հավանականությամբ այս վկայությունը գրված է մինչև 1407 թվականի մայիսի 9: Այսինքն կարելի է կարծել, որ համաճարակը սկսվել է 1407 թվականի վաղ գարնանը:

Երկրաշարժի տարեթվի և վերկենտրոնի տեղադրության մասին

Վկայությունների վերլուծությունը հանգեցնում է միանշանակ եզրակացության՝ տեղի է ունեցել միայն մեկ ավերիչ երկրաշարժ 1406 թվականի նոյեմբերի 29-ին: 1407 թվականի բոլոր հիշատակարանները վկայություն են մեծաքանակ զոհեր խլած համաճարակի մասին, որը սկսվել է նույն թվականի գարնանը: Այդ իսկ պատճառով, 1407 թվականին տեղի ունեցած հզոր երկրաշարժի մասին կարծիքները սխալ են:

Խնդրո առարկա երկրաշարժի վերկենտրոնի տեղադրության վերաբերյալ, ինչպես նշվել է վերևում, կան տարակածություններ.

- բոլոր վերոհիշյալ կատալոգներում որպես 1406 թվականի երկրաշարժի վերկենտրոն նշվում է Տաթևը;
- 1407 թվականին կարծեցյալ երկրաշարժի վերկենտրոնը կապվում է Շամբի ու Ջուղայի հետ, իսկ ըստ Թ.Բաբայանի այդ վերկենտրոնը գտնվում է այդ բնակավայրերի միջակայքում: Այստեղ բացառություն է կազմում Անտոնյանի և Հարությունյանի կատալոգը (2005), ուր ճշգրտորեն նշվել է վերկենտրոնի այլ դիրք՝ Սիսիանից 5 կիլոմետր արևելք:

Գոյություն ունի ևս մեկ աշխատություն, ուր հետազոտությունների ընթացքում երկրաշարժի վերկենտրոնի տեղադրության վայրը նույնպես համարվել է Միսիանը (Макарян, 2018): Այս ատենախոսությունում, բնահողի հեղուկացման երևույթների ուսումնասիրությունների հիման վրա, պետք է որոշվեր երկրաշարժերի տարեթիվը և ուժգնությունը: Միսիանի մոտակայքում հեղուկացման երևույթներ նկարագրված են երեք տեղամասերում: Ըստ այդ մերկացումներից վերցված բնահողի C14 մեթոդով որոշված տարիքի, այստեղ երկրաշարժ է տեղի ունեցել 878-1013 և 1485-1650 թվերի միջակայքում, որին միակ համապատասխան պատմական երկրաշարժը 1406 թվականի դեպքն է:

Զծանրանալով հետազոտության մեթոդաբանության և դաշտային աշխատանքների արդյունքների վրա, պետք է նշել, որ հեղինակը հանգել է շատ վիճելի եզրահանգման. Միսիանի մոտ տեղի է ունեցած երկրաշարժի ուժգնությունը հասել է X-XI բալի (Макарян, 2018):

Մակայն այդ դեպքում անբացատրելի է, թե ինչպես այդ վերկենտրոնի մոտակայքի և, ըստ հեղինակի, նույն խզվածքի երկայնքով գտնվող Միսիանից Տաթև ընկած շրջանի գյուղերի, այդ թվում հատուկ հիշատակվող Շամբի, ավերման մասին չկա որևէ տեղեկություն, իսկ Տաթևի վանքը բացարձակ անվնաս է մնացել:

Պետք է կարծել, որ այս վիճելի եզրահանգումը արվել է հետազոտությունների դեռ նախնական փուլում, հիմնվելով այն թյուր կարծիքի վրա, որ 1406 թվականի M7 հզորությամբ երկրաշարժի վերկենտրոնը գտնվում էր Միսիանի մոտ (Karakhanyan et al., 2011): Այդ կարծիքը իր հերթին ձևավորվել է վերը բերված վկայությունների թյուրըմբռնության պատճառով ըստ որոնց. երկրաշարժը խիստ վնասել է Տաթևի վանքը, ավերել է Որոտնավանքը (Վաղադինի վանքը), իսկ իշխան Բուրթելին և իր որդիները գոհվել են նրա փլատակների տակ, ոմն Օգբեկի հուղարկավորության ժամանակ (Григорян, 1990):

Ի պատասխան այս պնդմանը, և ի հավելումն վերը բերված վկայությունների, մեջբերենք նաև Օգբեկի մահվան հիշատակումը (ԺԵ դարի, 1955). «Աւաղ աղետիս ի դառն կսկծիս, զի ի սոյն օր հանգեաւ ի Քրիստոս Օգբեկն ի ճանապարհին, և թաղեցաւ ի սուրբ ուխտս Վաղադնու, և յեռանդեան օր երկոքին որդիք պարոն Բուրթելին, և տեսաք սուգ, զոր ոչ է իմ տեսեալ...»: Այսինքն պարոն Բուրթելի երկու որդիները մահացել են Օգբեկի մահվանից երկու օր առաջ (յեռանդեան օրն նշանակում է «երեկ չէ՝ առաջին օրը», ըստ Մալխասյանց, 1944): Իսկ պարոն Բուրթելի խաչքարի գրությունը (Դիվան, 1955). «Կանգնեցաւ ՄԲ խաչս ի բարեխաւսութի պարոն Բուրթելին եւ որդոց նորին ԹՎ.: ՊԾՁ» (856)=1407, վկայում է, ինչպես և նախորդ մեջբերումը, որ այդ դեպքերը տեղի են ունեցել 1407 թվականին, իսկ Որոտնավանքի ավերման մասին խոսք չկա:

Առավել ընդունելի է թվում Է.Գուիդոբոնիի կարծիքը (Guidoboni, 1995), ըստ որի, չի բացառվում որ, Տաթևը ցնցած երկրաշարժը եղել է ավերիչ իր վերկենտրոնային տարածքում, որը գտնվել է քիչ բնակեց-

ված շրջանում և նրա տեղադրությունը կարելի է որոշել բոլոր վկայությունների համատեղ վերլուծության արդյունքում»:

Եվ այսպես, ի՞նչ հստակ վկայություններ և փաստեր ունենք երկրաշարժի ուժը և վերկենտրոնի տեղադրությունը որոշելու համար:

Ականատեսի վկայությունները 1406 թվականի եղելությունների մասին.

- երկրաշարժի հետևանքով Տաթևի վանքի շինությունները չեն վնասվել՝ եկեղեցին, զանգակատունը և ճոճվող գավազանը միայն տատանվել են;
- երկրաշարժի հետևանքով գետնի վրա առաջացել են պատրվածքներ;
- երկրաշարժը ուղեկցվել է դրդոցով;
- զոհերի բազում դիակներ են գտնվել;
- Ականատեսների 1407 թվականի վկայությունները.
- ցնցումները շարունակվել են մեկ տարի;
- երկրաշարժին հետևել է «մահ տարածամ», այսինքն համաճարակ;
- համաճարակը տարածվել է միաժամանակ Ջանգեզուրի լեռնաշղթայի արևելյան և արևմտյան ստորոտներում՝ Շամբում ու Ջուղայում;
- համաճարակին զոհ են դառել սոցիալական բոլոր, ներառյալ իշխանական, խավերի ներկայացուցիչները: Հատուկ նշվում է բազում երեխաների վախճանը:

Հետևություն անելուց առաջ նպատակահարմար է ներկայացնել XX դարում տեղի ունեցած երկու Ջանգեզուրյան ավերիչ երկրաշարժերի նկարագրությունները:

Առավել մանրամասն ուսումնասիրվել է 1968 թվականի հունիսի 9-ի երկրաշարժը, որի վերկենտրոնի կոորդինատներն են $\varphi = 39.20$, $\lambda = 46.20$, ներկենտրոնի (հիպոկենտոն) խորությունը՝ 11 կմ, իսկ հզորությունը՝ M4.9 (Новый, 1977): Այս երկրաշարժի հետևանքով ավերվել են Քաջարանին մոտակա Գեղի կիրճի գյուղերը, ինչպես նաև Ջանգեզուրի լեռնաշղթայի արևմտյան լանջին գտնվող Նուրգյուտ և Խուրսթ գյուղերը: Ցնցումների առավելագույն արտահայտությունը եղել է Գեղի կիրճում, ուր նրանց ուժգնությունը գնահատվել է VII-VIII բալ, իսկ Տաթևում ու Շամբում ցնցումների ուժգնությունը հասել է համապատասխանաբար VI և V բալի (Результаты, 1973):

Ավելի ուժեղ երկրաշարժ է տեղի ունեցել 1931 թվականի ապրիլի 27-ին, որի վերկենտրոնի կոորդինատներն են $\varphi = 39.20$, $\lambda = 46.00$, հզորությունը՝ M6.3 (Новый, 1977): Այս երկրաշարժը ՀՀ տարածքի առավել խոր ներկենտրոն ունեցող երկրաշարժերից է և նրա խորությունը գնահատված է միջինում 27 կմ: Հետհարվածները շարունակվել են մոտ մեկ տարի: Ցնցումները առավել ուժգին են եղել Սիսիանի շրջանի արևմուտքում, ուր նրանց ուժգնությունը գնահատվել է VIII-IX բալ: Որոտնավանքում ցնցումների ուժգնությունը հասել է IX բալի, իսկ Տաթևի

վանքի տարածքում ավելի քան VIII բալի: Երկրաշարժի հետևանքով մեծ ավերվածություններ են եղել Ջանգեզուրի լեռնաշղթայի երկու կողմերում էլ: Շատ են տուժել ինչպես արևելյան լանջերին գտնվող գյուղերը՝ Ախլաթյան, Բոնակոթ, Դաստակերտ և այլ, այնպես էլ արևմտյան լանջերի գյուղերը՝ Նուրգյուտ, Խուրսթ, Նասրվազ և այլ: Նրանց տեղում մնացել էին բառացիորեն ավերակների կույտեր, որոնցում պատերի մնացորդների տակից դուրս էին ցցված գերանները (Новый, 1977):

1931 թվականի երկրաշարժի վերկենտրոնի,...ամբողջ տարածքը հիմնականում բարձր լեռնային է, խիտ կտրտված խորը ձորերով և ձորակներով: Շատ դեպքերում գյուղերը ծվարել են լեռների լանջերի առավել անմատչելի վայրերում, ուր կարելի է հասնել դժվար անցանելի լեռնային կածաններով: Տները կառուցվել են ավանդական ձևով՝ հում աղյուսից կամ քարից կավե լցանյութով: Կիրը բացակայում է: Փայտը (հիմնականում բարդի) օգտագործվում է շատ խնայողաբար, քիչ մատչելիության պատճառով: Տները կառուցվել են լանջերին այնպես, որ ներքևիների կտուրները ծառայում են վերևիների համար բակ կամ փողոց: Կտուրները ծանրացված են հողի հաստ (մինչև 50-80սմ) շերտով: Նման կառույցները դժվար թե կարողանան դիմակայել նույնիսկ թույլ ցնցումներին... Հետևաբար, մեծ վնասների պատճառը պետք է համարել ոչ թե երկրաշարժի ուժը, այլ շենքերի կառուցվածքը: Ամենահզոր հարվածը եղել է երեկոյան՝ տեղական ժամանակով ժամը 21-ին, երբ բնակչությունը արդեն գտնվում էր տներում, ինչի հետևանքով կան մեծ թվով զոհեր: Ջանգվածաբար սպանվել են գյուղացիների ապրուստի միջոց հանդիսացող խոշոր և մանր եղջերավոր կենդանիները: Լրիվ կամ մասամբ ավերվել է 239 գյուղ (Райко, 1932):

Վերկենտրոնի շրջանում ավերվել էին նաև ամրաշեն եկեղեցիներ (Новый, 1977).

- զգալի ավերվածություններ էին եղել Որոտնավանքի համալիրում;
- լրջորեն վնասվել էր և Տաթևի վանքի համալիրը;
- որոշ գյուղերում եղած եկեղեցիները, որոնք օգտագործում էին որպես պահեստներ, նույնպես ավերվել էին:

1931 և 1968 թվականների երկրաշարժերի համեմատական տվյալները.

- երկրաշարժերի վերկենտրոնները գտնվում էին Ջանգեզուրի լեռնաշղթայի ջրբաժանի շրջանում;
- ավերվել են Ջանգեզուրի լեռնաշղթայի ինչպես արևելյան, այնպես էլ արևմտյան լանջերին գտնվող գյուղերը;
- Տաթևի վանքի տարածքում ցնցումների ուժգնությունը 1931 թվականին եղել է, ավելի քան VIII բալ, ինչի հետևանքով վանքի շինությունները զգալի վնասվել են, իսկ 1968 թվականին ցնցումների ուժը եղել է VI բալ;

- Շամբում ցնցումների ուժգնությունը 1931 թվականին հասել է IX բալի, իսկ 1968 թվականին նրանց ուժգնությունը գնահատվել է V բալ:
- 1931 թ. երկրաշարժի ցնցումները շարունակվել են մեկ տարի:

Եզրակացություն

Վերը նշված վկայությունների և տեղեկությունների հիման վրա կարելի գալ հետևյալ եզրակացությանը. 1406 թվականի նոյեմբերի 29-ին Սյունիքում տեղի է ունեցել ուժեղ երկրաշարժ, որը իր հետևանքներով համեմատելի էր 1931 թվականի երկրաշարժի հետ: Երկրաշարժի պատճառով գետնի վրա առաջացել են պատռածքներ, հիմնահատակ ավերվել են գյուղեր, իրենց փլատակների տակ թաղելով բնակիչներին: Ականատեսները չեն հիշատակում եկեղեցիների ավերման մասին, սակայն շատ հավանական է, որ, այս երկրաշարժը ավերել է, այդ ժամանակներում իր նշանակությամբ Սյունիքի, Տաթևից հետո, երկրորդ սրբատեղին (Օրբելյան, 1968)՝ Թանահատի վանքը (ներկայիս Արևիս գյուղից 3կմ հյուսիս), քանի որ հետագայում այն չի հիշատակվում գործողների շարքում (Արևիսի պատմության հուշարձանների ցանկ - <https://hy.wikipedia.org>):

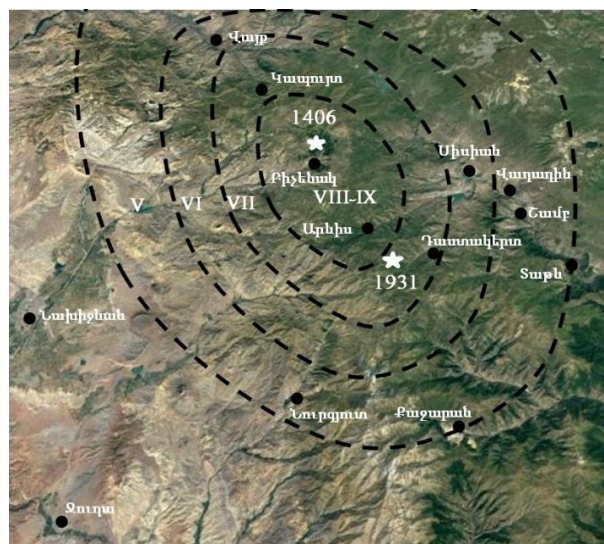
Պետք է կարծել, որ 1406 թվականի երկրաշարժի ժամանակ չի ավերվել, 1931 թվականին ավերված Վաղաղիկի վանքը (Որոտնավանքը), քանի որ այնտեղ էին հուղարկավորել իշխան Բուրթելին ու համաճարակի այլ զոհերին, բայց նրա վնասվելու մասին տեղեկություն չկա:

Հետցնցումները շարունակվել են մեկ տարի:

Երկրաշարժի վերկենտրոնի շրջանում են սկիզբ առնում բոլոր այն գետերը որոնք հոսում են դեպի Շամբ ու Ջուղա: Ի դեպ, դեպի Շամբ հոսող գետերի ակունքների մոտ է գտնվում ոչ միայն Թանահատի վանքի ավերակները, այլ և 1931 թվականի երկրաշարժի վերկենտրոնը: Սակայն, քանի որ 1406 թվականի երկրաշարժի ցնցումները Տաթևի վանքի տարածքում ունեցել են IV-V բալի ուժգնություն, իսկ 1931 թվականի երկրաշարժի ցնցումների ուժգնությանը այնտեղ հասել է VIII-IX բալի, ապա կարելի է կարծել, որ նրա վերկենտրոնը գտնվել է Տաթևից ավելի հեռու դեպի հյուսիս: Շատ հավանական է, որ այն գտնվել է Միսիանի լեռանցքի մոտակայքում: Այստեղ, Բիչենակ (հնում Բջնաղ) գյուղի մոտ, նկարագրված է, հզոր երկրաշարժերի վերկենտրոններին բնորոշ ցնցումնաձին կառույց, որը առաջացել է, իրարից երկար ժամանակով միջնորդված, երկու հզոր երկրաշարժի հետևանքով (Жидков и др., 1987): Սրանցից երկրորդ երկրաշարժը տեղի է ունեցել, առնվազն 500 տարի առաջ, այսինքն նկարագրված ցնցումնաձին կառույցը կարող էր առաջանալ 1406 թվականի նոյեմբերի 29-ին տեղի ունեցած երկրաշարժի հետևանքով: Ըստ այդմ 1406 թվականի երկրաշարժին կարելի է վերագրել Ժիդկովի կողմից որոշված (Жидков и др., 1987) վերկենտրոնի $\varphi = 39.5^\circ$, $\lambda = 45.8^\circ$ կոորդինատներն և, ըստ ցնցումնաձին

կառույցի չափերի գնահատված, հզորությունը՝ M6.9: Վերկենտրոնի շրջանում, որը ներառել է իր մեջ դեպի Շամբ ու Զուղա հոսող գետերի ակունքները, ցնցումների ուժգնությունը հասել է IX բալի, ինչի հետևանքով ավերվել է Թանահատի վանքը: Ըստ վերկենտրոնի տեղադրման դիրքի, կասկածից վեր է, որ առավելագնացված շրջանը (pleistoseist area) ներգրավել է նաև որոշ տարածք հարևան Վայոց Ձորից:

Նշենք, որ նախկինում այս վերկենտրոնը իմ կողմից համարվել է Հանքավան-Զանգեզուրի ակտիվ խզվածքի արտահայտություն և կապվել է 735 թվականի երկրաշարժի հետ (Հարությունյան, 2001), որի մասին պատմական վկայությունները վերաբերվում են ամբողջ Վայոց Ձորի տարածքին, ուր գոհվել է տաս հազար մարդ, սակայն չկա որևէ ավերված շինության կամ գետնի պատվածքների տեղորոշում: Իսկ 1406 թվականի Զանգեզուրյան այս երկրաշարժի ցնցումների ուժգնության մասին եղած տվյալները (Տաթև - IV-V /ըստ ականատեսի, որը ունեցել ոչ թե վախի զգացում, այլ զարմանքի (Шкала, 2017); Վաղաղին - V /Որոտնավանքը չի վնասվել, Շամբում ավերումներ չեն եղել; Զանգեզուրի լեռնաշղթայի ջրբաժանի շրջանի գյուղերը - VII-IX /գոհեր; Արևիս - IX /Թանահատ վանքի հիմնահատակ ավերումը; Սիսիանի լեռնանցք - IX /ցնցումնաձին կառույց), հնարավորություն են տալիս կառուցել երկրաշարժի հավասարացնցների (իզոսեյստերի) քարտեզ (նկ.1), ինչը ավելի համոզիչ է դարձնում այս վարկածը: Այդ իսկ պատճառով, առավել հավանական է, որ 735 թվականի երկրաշարժի վերկենտրոնը գտնվել է ավելի հյուսիս՝ Վայոց Ձորի տարածքում:



Նկ.1. 1406 թվականի նոյեմբերի 29-ի Զանգեզուրյան ավերիչ երկրաշարժի հավասարացնցների (իզոսեյստերի) հնարավոր քարտեզը (աստղանիշով նշված են երկրաշարժերի վերկենտրոնները):

Հաշվի առնելով, որ 1406 թվականի երկրաշարժի VIII-IX բալ ցնցումների ուժգնությամբ տարածքը զգալի փոքր է 1931-ի համապատասխան՝ Նուրգյուտ-Արնիսից հյուսիս-Սիսիան-Տաթև պարագծով, տարածքից (Бабаян и др., 1987), կարելի է կարծել, որ 1406-ի երկրաշարժի ներկենտրոնի խորությունը ավելի փոքր է եղել:

Վերը շարադրվածի հիման վրա կարելի վերստեղծել 1406 թվականի նոյեմբերի 29-ի Ջանգեզուրյան երկրաշարժի հետևյալ հետահալաց պատկերը.

1406 թվականի նոյեմբերի 29-ին Ջանգեզուրի լեռնաշղթայի ջրբաժանի շրջանում տեղի է ունեցել ավերիչ երկրաշարժ, որի վերկենտրոնը գտնվում է Սիսիանի լեռնանցքում: Վերկենտրոնի այն շրջանը, որտեղ ցնցումների ուժգնությունը կազմում էր VII-IX բալ, իր մեջ է ներառում բոլոր այն գետերի ակունքները, որոնք հոսում են դեպի Սիսիան, Շամբ, Նախիջևան ու Ջուղա:

Քանի որ նոյեմբերի 29-ին աղետի ենթարկված տեղանքը արդեն ձևաձածկ էր, շատ հավանական է, որ մարդկանց դիակների և կենդանիների լեշերի մի մասը մնացել են իրենց գոհվելու տեղերում: Գարնանը, երբ սկսվել է ձնհալը, քայքայվող դիերը ապականել ու վարակել են լեռնային գետերի ակունքները և մահաբեր հիվանդության վարակը գետերով տարածվել է մինչև ստորոտներում գտնվող Շամբ ու Ջուղա: Գարնան սկզբից Ջանգեզուրի լեռնաշղթայի արևմտյան և արևելյան ստորոտներում բազմաթիվ մարդկանց, առավելապես երեխաների, կյանք է խլում մոլեգնող համաճարակը:

Հավանաբար հարց կարող է առաջանալ, թե ինչո՞ւ դեպի Շամբ ու Ջուղա հոսող գետերի ակունքներում առաջացել էր համաճարակածին իրավիճակ, իսկ Սիսիանի լեռնանցքում՝ Նախիջևան գետի ակունքում, ոչ: Դա կարելի է բացատրել նրանով, որ Սիսիանի լեռնանցքով է անցել Սյունիքը Նախիջևանին կապող հնադարյան բանուկ ճանապարհը և ավերված բնակավայրերը չեն եղել այն աստիճանի լքված, ինչպես առավելացնցված շրջանի մյուս գյուղերը, որոնք ,ծվարել էին լեռների լանջերի առավել անմատչելի վայրերում, ուր կարելի էր հասնել դժվար անցանելի լեռնային կաճաններով:

Հեղինակը շնորհակալ է Ա.Վ.Ավագյանին հոդվածի արդյունավետ քննարկումների համար:

Գրականություն

- Անտոնյան Ա.Շ., Հարությունյան Հ.Հ.** 2005. Պատմական ավերիչ երկրաշարժերը Հայաստանի Հանրապետության տարածքում: Երևան, Անտարես, 62 էջ:
- Բաբայան Թ.** 2006. Հայաստանի Հանրապետության, Արցախի և հարակից տարածքներում հնագույն ժամանակներից մինչև 2003 թվականը տեղի ունեցած ուժեղ երկրաշարժերի ատլաս: Երևան, Տիգրան Մեծ, 140 էջ:
- Բարսեղյան Լ.Ա.** 1995. Պատմական վկայությունները Հայկական լեռնաշխարհի երկրաշարժերի մասին: Երևան, Հայաստանի ԳԱԱ հրատ., 66 էջ:
- Դիվան հայ վիմագրության, պր. 2, 1960, Երևան, Ակադեմիա, 241 էջ:

- ԺԵ դարի հայերեն ձեռագրերի հիշատակարաններ, 1955, Երևան, Ակադեմիա, 820 էջ:
- Հարությունյան Ռ.Ա.** 2001. Հայկական լեռնաշխարհի ակտիվ հրաբխականության մասին, ՀՀ ԳԱԱ Տեղեկագիր, Գիտություններ Երկրի մասին, հատ. LIV, № 1, էջ 3-11:
- Մալխասյանց Ս.** 1944. Հայերեն բացատրական բառարան, հ.3, Հայպետհրատ, 615 էջ:
- Бабаян Т.О., Симонян Г.П.** 1987. Тектонические особенности зон возникновения сильных землетрясений Зангезура. Ереван, Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, XL, N2, с.60-67.
- Григорян Г. М.** 1990. Очерки истории Сюника. IX—XV вв. Ереван, АН АрмССР, 390с.
- Жидков М.П., Макаренко А.Г., Ранцман Е.Я.** 1987. Биченагская сейсмогенная структура в Зангезурском хребте (Малый Кавказ). Геоморфология, N3, с.44-48.
- Макарян Х.В.** 2018. Анализ явления разжижения грунта: новые данные о сейсмической активности Сардарапатской структуры, Памбак-Севан-Сюникского активного разлома и бассейна озера Севан, кандидатская диссертация, Ереван, НАНА ИГН, 101с.
- Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР. 1977. Москва, "Наука", 536с.
- Райко Н.В.** 1932. Зангезурская сейсмическая экспедиция, Ленинград, Вестник АН СССР, с.177-184.
- Результаты комплексного изучения Зангезурского землетрясения. 1973. Ереван, АН АрмССР, 262с.
- Шкала сейсмической интенсивности (ШСИ-17). 2017. Москва, Стандартинформ, 31с.
- Ambraseys N.N. and Melville C.P.** 1982. A history of Persian earthquakes. London, Cambridge University Press, 219p.
- Berberian M.** 1994. Natural Hazards and the First Earthquake Catalogue of Iran, vol. I, Hist. Haz. in Iran Prior to 1900, IIEES, July, 631p.
- Guidoboni E. and Traina G.A.** 1995. A New Catalog of Earthquakes in the Historical Armenia Area from Antiquity to the 12th Century, Annali di Geofysica, vol. XXXVIII, N1, p.85-147.
- Karakhanyan A., Arakelyan A., Avagyan A., Baghdasaryan H., Durgaryan R. and Abgaryan Ye.** 2011. The Seismotectonic Model, Seismic Hazard Assessment for the Construction Site of a New Power Unit of the Armenian NPP: "NorAtom" Consortium Final Report, Yerevan, Ministry of Energy of the Republic of Armenia, Vienna, IAEA, 328p.

Разрушительное землетрясение 1406 года в Сюнике (РА)

Арутюнян Р.А.

Резюме

На основе анализа исторических свидетельств и сейсмологических данных подтверждается, что 29-ого ноября 1406 года в Сюнике произошло разрушительное землетрясение. Эпицентр землетрясения находился на Сисианском перевале Зангезурского хребта, а эпицентральная область включала в себя район истоков рек, текущих в сторону Шамба и Джуги. Одним из последствий землетрясения явилась эпидемия, распространившаяся весной следующего года и приведшая к гибели многих жителей восточного и западного подножья Зангезурского хребта. Предположения о мощном землетрясении в 1407 году не подтверждаются.

The destructive earthquake of 1406 in Syunik (RA)

Harutyunyan R.A.

Abstract

Based on the analysis of historical data and seismological data, it was confirmed that on November 29, 1406, a destructive earthquake occurred in the

Syunik region. The epicentre of the earthquake was located on the Sisian Pass of the Zangezur Range and the epicentral region included the source area of the rivers flowing towards Shamb and Jugha. One of the consequences of the earthquake was an epidemic that spread in the spring of the following year and led to the death of many residents of the eastern and western feet of the Zangezur Range. The assumptions about a powerful earthquake in 1407 are not confirmed.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВРЕМЕННОГО РЕЖИМА ИЗМЕРЕНИЙ ВТОРОЙ ПРОИЗВОДНОЙ ПЕРЕХОДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫЗВАННОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ

Матевосян А.К.¹, Бабаян Г.А.²

¹ Институт геологических наук НАН РА
0019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения,
E-mail: arshak.matevosyan@yandex.com;

²Nairi-Tech ООО, E-mail: babayan.grigor@gmail.com.
Поступила в редакцию 12.12.2018г.

В статье рассматриваются закономерности протекания поляризационных процессов в разнотипных геоэлектрических средах при внешнем электрическом воздействии дифференциальным временным режимом, предусмотренным для непосредственного измерения второй производной по логарифму времени переходной характеристики вызванной поляризации при разных конфигурациях и параметрах возбуждения. На основании комплексного анализа особенностей проявления амплитудно-временных параметров и установленных закономерностей электрохимической заряженности геоэлектрической среды, представлен способ оптимизации методики выполнения детальных электроразведочных векторных исследований при изучении хорошо поляризующихся рудных тел /объектов.

Ключевые слова: метод вызванной поляризации, временной режим измерений, переходная характеристика, амплитудно-временные параметры, рудный объект.

В практике электроразведочных работ по методу **вызванной поляризации (ВП)** применяются следующие основные временные режимы измерений (*способы возбуждения электрического поля*) (Методические указания..., 1979; Комаров, 1980; Инструкция..., 1984; Электроразведка, 1989): **одиночный прямоугольный импульс постоянного тока (ОИ), периодические однополярные (ОПИ-2) и разнополярные (РПИ-2) прямоугольные импульсы тока со скважностью 2, переменный прямоугольный ток (РПИ-1)**. В большинстве случаев поле ВП измеряют в паузах между импульсами тока. В некоторых видах аппаратуры, снабженных стабилизаторами поляризующего тока, предусмотрена и непосредственная регистрация вторичного поля во время пропускания тока.

Изучение временных характеристик вторичного (*электрохимического*) поля позволяет выделять объекты, сложенные крупнозернистыми, прожилковыми и сплошными рудами среди пород с рассеянной минерализацией, имеющих значительную поляризацию (*путем определения структурно-текстурных особенностей электропроводящих минеральных включений*). В процессе измерений получают **переходную характеристику**

тику (ПХ) ВП или непосредственно измеренную ее первую производную (точнее приращения за определенный небольшой промежуток времени) по логарифму времени (дифференциальную кажущуюся поляризуемость). Техника измерений, применяемая аппаратура и методика работ зависит от диапазона времени, в котором необходимо изучение переходной характеристики, что диктуется поставленной задачей исследований. Полная ПХ (в широком временном диапазоне) определяется по результатам наблюдений с поочередным использованием временных режимов **РПИ-2**, **ОПИ-2** и **ОИ**. Максимальное время зарядки определяется в процессе измерений и увеличивается до тех пор, пока ПХ не выйдет на асимптоту. Однако практически это далеко не всегда достигается (ввиду различных методических и технических причин) и обычно ограничиваются длительностью зарядки до нескольких часов (Методические указания..., 1979; Инструкция..., 1984). Основным интерпретируемым параметром (наряду с кажущейся поляризуемостью) является абсцисса максимума производной ПХ ВП по логарифму времени – постоянная времени $T_{\max}$ (временной параметр, который позволяет судить об особенностях объекта исследований) (Шаповалов и др., 1976; Комаров, 1980).

подавляющая часть сегодня выпускаемых электроразведочных станций работает во временном режиме **РПИ-2** с длительностью импульсов не превышающих первых десятков секунд (на ранних и частично средних временах исследования поляризационного процесса – в достаточно ограниченном временном интервале измерений ПХ ВП), и несмотря на высокую производительность и помехозащищенность полевых измерений, в большинстве случаев не полностью соответствуют требованиям, предъявляемым при работах на хорошо поляризующихся рудных телах.

Таким образом, особую важность при работах методом ВП приобретает правильный выбор временного режима измерений.

В результате ранее проведенных исследований (Матевосян, 1985, 1987), предложены способы геоэлектроразведки (дифференциальные временные режимы измерений), позволяющие непосредственно измерять дифференциальные амплитудно-временные параметры ВП – вторую и высшие производные ПХ. При измерении **второй производной переходной характеристики (2ППХ)** ВП, относящейся к определенному моменту времени поляризационного процесса, используется временной режим, состоящий из **двух разнополярных прямоугольных импульсов** различной длительности (**ДРИ**).

В настоящей статье впервые представлены основные результаты анализа специфических особенностей проявления дифференциальных и интегральных амплитудно-временных зависимостей ВП геоэлектрической среды при внешнем электрическом возбуждении дифференциальным временным режимом **ДРИ** (при разных конфигурациях и параметрах электрического воздействия), позволяющим путем прямых (непосредственных) измерений определить **2ППХ** ВП по десятичному логарифму времени.

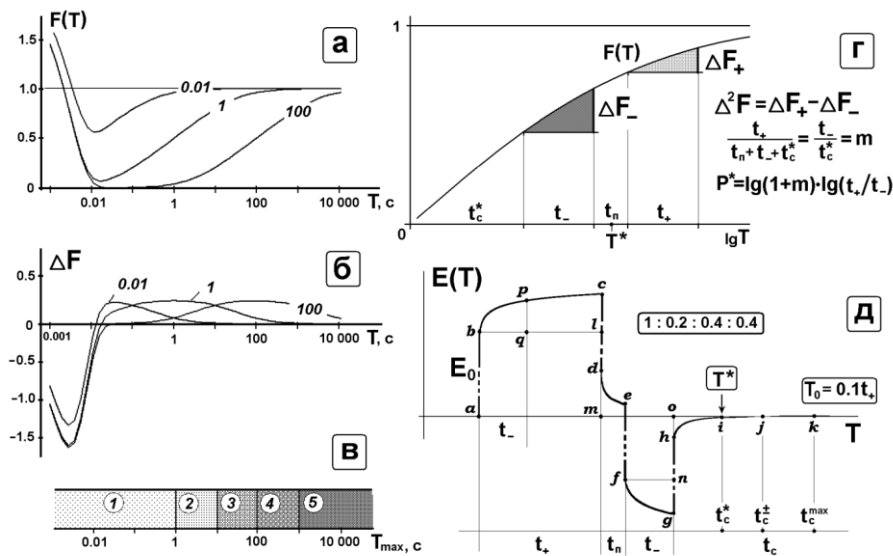


Рис.1. Характерные особенности поля вызванной поляризации.

а и б – переходные характеристики и первые производные ПХ вторичного (поляризационного и индукционного) поля по десятичному логарифму времени (шифр кривых – T_0 в секундах);

в – шкала временных интервалов $T_{\max}$ (абсцисса максимума первой производной ПХ ВП) для следующих типов пород (Методические указания ..., 1979):

- 1 – ионопроводящие горные породы;
- 2 – рассеянная мелкая электропроводящая вкрапленность;
- 3 – вкрапленные сульфидные руды;
- 4 – прожилково-вкрапленные руды;
- 5 – массивные сульфидные руды;

г – графическое пояснение второй производной ПХ ВП;

д – динамика изменения суммарной напряженности поля при измерении 2ППХ ВП временным режимом ДРИ.

ДРИ-2ППХ 01.bmp

В результате математического моделирования и численных расчетов вторичных электрических процессов поляризующейся геоэлектрической среды (с применением различных амплитудно-временных параметров) при временном режиме ДРИ сперва проанализированы основные особенности проявления **интегральных амплитудно-временных параметров (ИАВП)** ВП и выявлена высокая информативность таких исследований (путем поэтапного сопоставления с данными, полученными комплексом других режимов: ОИ, ОПИ-2, РПИ-2 и РПИ-1). Напомним (Матевосян, 1985, 1987), что для непосредственного измерения 2ППХ ВП в требуемый момент времени T поляризационного процесса необходимо возбуждение геоэлектрической среды двумя разнополярными прямоугольными импульсами одинаковой амплитуды, длительность которых устанавливается в зависимости от T (рис.1). При этом импульсы тока могут сразу следовать друг за другом (частный случай: временной режим ДРИ без паузы – ДРИ⁰) или через некоторое время (ДРИ – общий случай). Непосредст-

венное (*прямое*) измерение второй производной ПХ ВП осуществляются на спаде (*после второго импульса тока*) в конкретный момент времени в зависимости от выбранных параметров временного режима возбуждения поля. При допущении линейности процессов ВП (Комаров, 1980), измеряемая таким образом величина электрического поля характеризует вторую производную переходной характеристики ВП по логарифму времени (Матевосян, 1985), отнесенная к моменту

$$T^* = \sqrt{T_+ T_-} = \sqrt{(t_+ + t_n + t_- + t_c^*)(t_n + t_- + t_c^*)(t_- + t_c^*)} = \sqrt{(t_n + t_- + t_c^*)(t_- + t_c^*)} = \sqrt{(t_+ + t_n + t_- + t_c^*)t_c^*}, \quad (1)$$

где $T_+ = \sqrt{(t_+ + t_n + t_- + t_c^*)(t_n + t_- + t_c^*)}$ и $T_- = \sqrt{(t_n + t_- + t_c^*)t_c^*}$; t_+ – продолжительность первого условно положительного импульса (*импульс поляризации*) тока; t_n – пауза между импульсами тока; t_- – продолжительность второго отрицательного импульса (*импульс деполяризации*) тока; t_c^* – момент времени после второго импульса тока, когда измеряется вторая производная ПХ ВП. При этом обязательно сохраняется постоянным отношение длительности зарядки к времени спада для каждого импульса: $\frac{t_+}{t_n + t_- + t_c^*} = \frac{t_-}{t_c^*} = m$. С

целью получения величины второй производной по десятичному логарифму времени полученные значения электрического поля (*разность потенциалов, соответствующая составляющая напряженности*) ВП

делят на коэффициент времени $P^* = \lg(1 + m) \lg\left(\frac{t_+}{t_-}\right)$. Для удобства реко-

мендуется представление временных параметров ДРИ в виде соотношения $t_+ : t_n : t_- : t_c^*$, в котором промежутки времени приводятся в единицах t_+ .

Основные результаты исследований проиллюстрированы на рис. 1-5. Схематически представленные на рис.1 теоретические зависимости (*переходные характеристики вторичного (поляризационного и индукционного поля) и их первые производные ПХ ВП по десятичному логарифму времени*) показывают особенности поля ВП при непосредственном измерении 2ППХ (в частности, при режиме ДРИ с конкретными временными параметрами). Здесь ΔF_+ и ΔF_- – приращения (величины первой производной) ПХ ВП к моменту T^* после положительного и отрицательного импульсов, соответственно; $\Delta^2 F = \Delta F_+ - \Delta F_-$ – второе приращение (*вторая разность/производная*) ПХ (рис.1г). Величина длительности паузы характеризуется расстоянием (*временным интервалом*) на оси абсцисс ПХ между определяемыми приращениями ΔF_+ и ΔF_- . На рис.1д приведена динамика изменения суммарной (*первичной и вторичной*) напряженности электрического поля при измерении 2ППХ ВП (*временным режимом ДРИ*) с указанием особых точек (*моментов и интервалов времени: а, b, ..., q*) за весь цикл измерений (здесь $E(T)$ – суммарная составляющая напряженности первичного и вторичного полей в момент времени T , в частности, составляющая вдоль приемной линии установки измерений).

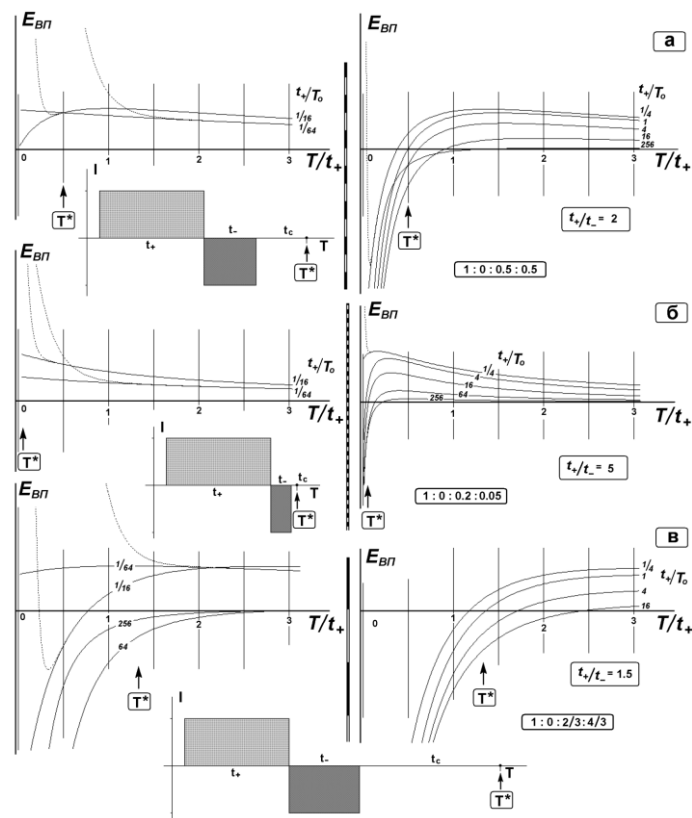


Рис.2. Кривые спада напряженности вторичного поля после отрицательного импульса при измерении 2ППХ ВП тремя (а, б и в) разными параметрами режима ДРИ⁰ в отсутствии (сплошные линии) и присутствии (пунктирные линии) индукционных процессов. На графиках стрелкой обозначен момент измерения после второго импульса (в единицах t_+), по которым определяется (вычисляется) вторая производная (T^*). Шифр кривых – t_+/T_0 . Снизу представлены эпюры силы тока возбуждаемого поля.

ДРИ-2ППХ 02.bmp

Семейства кривых спада напряженности вторичного поля при измерении 2ППХ ВП различными параметрами ДРИ⁰ представлены на рис. 2. Общей характерной особенностью этих кривых $E_{ВП}(T)$ является изменение знака (*переход через нуль*) при разрядке однородной геоэлектрической среды в момент времени T_+ , непосредственно зависящего от постоянной времени T_0 (*абсцисса максимума первой производной ПХ ВП по десятичному логарифму времени*), и параметров ДРИ. При равных значениях T_0/t_+ , чем больше отношения t_+/t_- , тем резче в начале происходит спад вторичного поля, относительно раньше наблюдаются смена знака и выраженный положительный максимум $E_{ВП}(T)$, и затем относительно более быстрая разрядка среды в целом. Как следует из этих зависимостей, с уменьшением T_0/t_+ (*при одинаковых значениях прочих параметров*) изменение знака $E_{ВП}(T)$ происходит позже, что может являться эффективным индикатором для предварительной/оперативной качественной оценки

присутствия электропроводящих объектов (*рудных включений, тел*) в исследуемой геоэлектрической среде. Индукционные процессы во всех случаях практически проявляются на ранних временах (*при $t_+ \ll T_0$*) и ими можно пренебречь при определении и интерпретации ИАВП ВП.

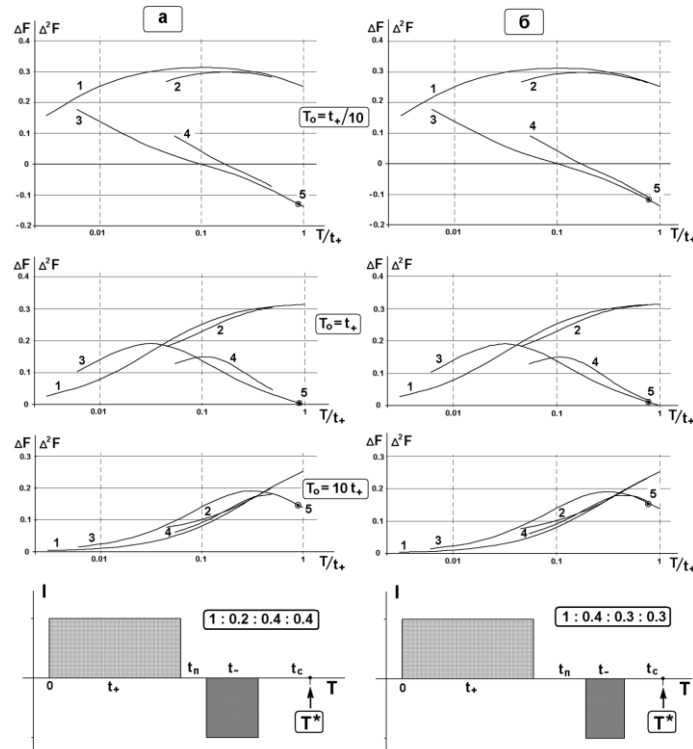


Рис.3. Теоретические кривые первой и второй (вычисленной путем численного дифференцирования первой производной) производных ПХ ВП при возбуждении электрического поля двумя различными (а и б) параметрами временного режима ДРИ.

1 – кривая первой производной, построенная по результатам измерений при пропускании положительного импульса (*в процессе зарядки*);
 2 – кривая первой производной, построенная по результатам измерений в паузе между положительным и отрицательным импульсами (*по спаду*);
 3 – кривая второй производной, построенная по результатам измерений при пропускании положительного импульса (*путем дифференцирования кривой 1*);
 4 – кривая второй производной, построенная по результатам измерений в паузе путем численного дифференцирования кривой 2;
 5 – кружком показаны результаты непосредственного наблюдения 2ППХ ВП.
 Внизу представлены эпюры силы тока при ДРИ.

ДРИ-2ППХ_03.bmp

При фиксированной величине длительности положительного импульса варьированием только длительностью отрицательного импульса (*при соблюдении соотношения $t_+/t_- > 1$*) теоретически можно получить (*непосредственно измерить*) вторую производную ПХ ВП в соответствующий момент времени T^* на спаде, согласно формуле (1). Однако на практике

оптимальным является диапазон изменения $2 \leq t_+/t_- \leq 4$, обеспечивающий повышенную достоверность измерений.

Имея результаты измерений при пропускании положительного импульса и в паузе между импульсами можно построить графики ПХ и ее производных (*первой и второй*) за определенные ограниченные интервалы времени (*в зависимости от параметров временного режима*). На рис.3 приведены такие зависимости при $t_+:t_{\Pi}:t_-:t_c^*=1:0.2:0.4:0.4$ (**а**) и $t_+:t_{\Pi}:t_-:t_c^*=1:0.4:0.3:0.3$ (**б**) для $T_0/t_+=0.1, 1, 10$. Следует обратить внимание, что непосредственные измерения 2ППХ в соответствующие моменты T^* хорошо согласуются с результатами полученных зависимостей путем численного дифференцирования, а также в зависимости от T_0/t_+ принимают как положительные (при $T^* < T_{\max}$), так и отрицательные (при $T^* > T_{\max}$) значения (*согласно методике измерения 2ППХ ВП*).

В табл.1 на конкретном примере приведены величины параметров различных конфигураций временного режима ДРИ (**а, б, в** – с паузой, **0** – без паузы), в частности показывающие характерную особенность данного режима измерений: с увеличением длительности паузы между импульсами увеличиваются значения t_+ , T_+ и уменьшаются – t_- , t_c^* , T_- .

Таблица 1

Основные параметры рассматриваемых конфигураций (*при $m=1$*) временного режима ДРИ при непосредственном измерении 2ППХ ВП для $T^*=100c$.

Временной режим ДРИ	$t_+ : t_{\Pi} : t_- : t_c^*$	T^*/t_+	p^*	промежутки времени, c				моменты времени, c	
				t_+	t_{Π}	t_-	t_c^*	T_+	T_-
а	1 : 0.2 : 0.4 : 0.4	0,89	0,120	111,8	22,4	44,7	44,7	158.1	63.2
б	1 : 0.4 : 0.3 : 0.3	0,77	0,157	129,1	51,6	38,7	38,7	182.6	54.7
в	1 : 0.8 : 0.1 : 0.1	0,45	0,301	223,6	178,9	22,4	22,4	316.2	31.7
0	1 : 0 : 0.5 : 0.5	1.00	0,091	100,0	0,0	50,0	50,0	141.4	70.7

Проанализированы также специфические особенности разрядки (*на спаде*) рассматриваемой поляризуемой модели при ее возбуждении временным режимом ДРИ с разными параметрами (*при $m=1$*) и сопоставлены с данными при пропускании одиночного прямоугольного импульса тока. Основные результаты исследований состояния электрохимической заряженности геоэлектрической среды (Матевосян, 2011, 2014) (*на конкретных примерах*) приведены в табл.2 и проиллюстрированы на рис.4, где использованы следующие обозначения:

$E_{ВП}(T)$ – напряженность вторичного поля на спаде в момент времени T ;

$E_{ВП}(T)/E_{ВП\max}$ – величина напряженности вторичного поля в момент времени T , нормированная по значению напряженности вторичного поля после положительного импульса (*по максимальной величине вторичного поля*);

$$C_Q(T) = \left(1 - \frac{Q_c(T)}{Q_3}\right) \cdot 100\% - \text{критерий электрохимической заряженности гео-}$$

электрической среды в момент времени T на спаде. Здесь $Q_c(T)$ – величина ИАВП Q_c к моменту T на спаде; Q_3 – максимальная величина ИАВП $Q_3(T)$, наблюдаемая в конце положительного импульса; $Q_c(T)/Q_3 = \Omega_Q(T)$ – ИАВП отдачи ВП по заряду на спаде в момент времени T .

Таблица 2

Значения критерия электрохимической заряженности и нормированной напряженности поля ВП различных геоэлектрических сред (для трех значений постоянной времени T_0) при трех параметрах режима ДРИ (а, б, в) в фиксированные моменты времени T в единицах t_+ .

T/t_+	ДРИ-а			ДРИ-б			ДРИ-в		
	$T_0=0.1t_+$	$T_0=t_+$	$T_0=10t_+$	$T_0=0.1t_+$	$T_0=t_+$	$T_0=10t_+$	$T_0=0.1t_+$	$T_0=t_+$	$T_0=10t_+$
Критерий электрохимической заряженности $C_Q(T)$, %									
1	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	18,1	35,0	47,0	23,0	42,3	55,8	37,0	59,5	75,0
3	17,0	32,4	44,6	20,9	38,7	52,7	30,4	52,6	69,6
4	14,4	29,5	42,3	17,5	35,0	49,9	24,5	46,9	65,4
5	12,4	27,0	40,4	14,9	32,0	47,6	20,4	42,5	62,1
10	7,1	19,6	34,2	8,5	23,0	40,1	11,2	30,2	52,0
20	3,9	13,1	27,9	4,5	15,3	32,6	5,9	19,9	42,1
30	2,6	9,9	24,2	3,1	11,6	28,3	4,0	15,1	36,5
40	2,0	8,1	21,7	2,3	9,4	25,3	3,0	12,2	32,6
50	1,6	6,8	19,7	1,9	7,9	23,0	2,4	10,2	29,7
60	1,4	5,9	18,2	1,6	6,8	21,3	2,0	8,8	27,4
70	1,2	5,2	16,9	1,4	6,0	19,8	1,8	7,8	25,5
80	1,0	4,6	15,9	1,2	5,4	18,5	1,5	6,9	23,9
90	0,9	4,2	14,9	1,1	4,9	17,5	1,4	6,3	22,5
100	0,8	3,8	14,1	1,0	4,4	16,5	1,2	5,7	21,3
Отношение напряженностей $E_{ВП}(T)/E_{ВПmax}$, %									
1	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	-1,9	0,1	8,4	-2,3	0,4	11,7	-3,1	2,5	24,4
3	1,1	4,0	10,4	1,6	5,1	13,1	3,0	8,4	20,2
4	1,0	3,4	8,7	1,2	4,2	10,7	2,0	6,2	15,5
5	0,7	2,8	7,3	0,9	3,4	8,9	1,4	4,8	12,4
10	0,3	1,3	3,9	0,3	1,5	4,6	0,4	2,1	6,1
20	0,1	0,5	1,9	0,1	0,6	2,3	0,1	0,8	3,0
30	0,0	0,3	1,3	0,0	0,3	1,5	0,1	0,5	1,9
40	0,0	0,2	0,9	0,0	0,2	1,1	0,0	0,3	1,4
50	0,0	0,1	0,7	0,0	0,2	0,8	0,0	0,2	1,1
60	0,0	0,1	0,6	0,0	0,1	0,7	0,0	0,2	0,9
70	0,0	0,1	0,5	0,0	0,1	0,6	0,0	0,1	0,7
80	0,0	0,1	0,4	0,0	0,1	0,5	0,0	0,1	0,6
90	0,0	0,1	0,4	0,0	0,1	0,4	0,0	0,1	0,5
100	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,4	0,0	0,1	0,5

Здесь T – время с начала (включения) положительного импульса (цикла измерений); $T=t_+$ – момент выключения (конец) положительного импульса (максимальная (полная) зарядка среды при каждом данном режиме ДРИ); $T=2t_+$ – момент измерения 2ППХ ВП; $E_{ВПmax}$ – напряженность поля ВП в конце положительного импульса (в начале паузы между импульсами – максимальная поляризация среды при данном цикле измерений).

В табл.2 приведены значения критерия электрохимической заряженности $C_Q(T)$ и нормированной напряженности поля ВП $E_{ВП}(T)/E_{ВПmax}$ разнотипных ($T_0=0.1, 1$ и $10t_+$) геоэлектрических моделей в фиксированные моменты времени ($1 \leq T/t_+ \leq 100$) при разных (а, б, в) параметрах временного режима ДРИ. Здесь T – время с начала положительного импульса (цикла измерений); $T=t_+$ – конец положительного импульса (момент полной максимальной электрохимической зарядки среды при каждом данном режиме ДРИ); $T=2t_+$ – момент измерения 2ППХ ВП. Нетрудно заметить, что с увеличением паузы между импульсами (с обязательным соблюдением условия $m=1$) наблюдается синхронное увеличение значений $C_Q(T)$ и $E_{ВП}(T)/E_{ВПmax}$.

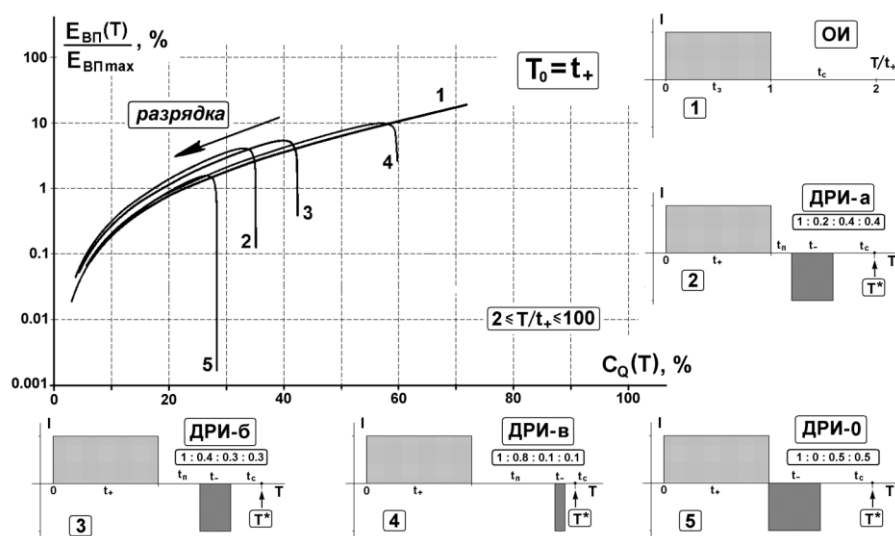


Рис. 4. Временные зависимости изменения нормированной напряженности вторичного электрического поля и критерия электрохимической заряженности геоэлектрической среды в интервале $2 \leq T/t_+ \leq 100$ на спаде при различных (ОИ и ДРИ) временных режимах возбуждения внешнего поля однородной изотропной геоэлектрической среды с $T_0=t_+$. Стрелкой показано направление изменения представленных зависимостей во времени.

[ДРИ-2ППХ 04.bmp](#)

Изображенные на рис.4 временные зависимости изменения нормированной напряженности ВП $E_{ВП}(T)/E_{ВПmax}$ и критерия электрохимической заряженности геоэлектрической среды $C_Q(T)$ наглядно характеризуют ее поляризованное состояние на спаде (начиная с момента измерения 2ППХ

ВП – T^* , когда напряженность поля практически равна нулю: при $t_+ \approx T_{\max}$ происходит смена знака $E_{\text{ВП}}(T)$ при разных параметрах и конфигурациях ДРИ. Здесь также основной общей закономерностью является проявление неадекватности между измеряемыми параметрами вторичного электрического поля и состоянием заряженности или разряженности среды, установленной ранее при режиме ОИ (Матевосян, 2014). Данное обстоятельство особенно контрастно сказывается при длительном спаде: так, при $E_{\text{ВП}}(T)/E_{\text{ВПmax}} \approx 1\%$ (когда согласно методике и действующим инструкциям измерения поля ВП считается, что исследуемая среда пришла в исходное состояние, т.е. практически полностью разрядилась) – $C_Q(T) \approx 20\%$, а при $E_{\text{ВП}}(T)/E_{\text{ВПmax}}(T) \approx 0.1\%$ – $C_Q(T) \approx 5\%$ (рис.4). Напомним, что продолжительность разрядки существенным образом зависит от $T_{\max}$ исследуемой геоэлектрической среды (Матевосян, 2014) и, основываясь на представленных результатах математического моделирования, оценочно можно считать, что для обеспечения требуемой точности/ воспроизводимости последующего цикла измерений дифференциальными режимом ДРИ, она должна превышать не менее, чем на два порядка длительность положительного импульса.

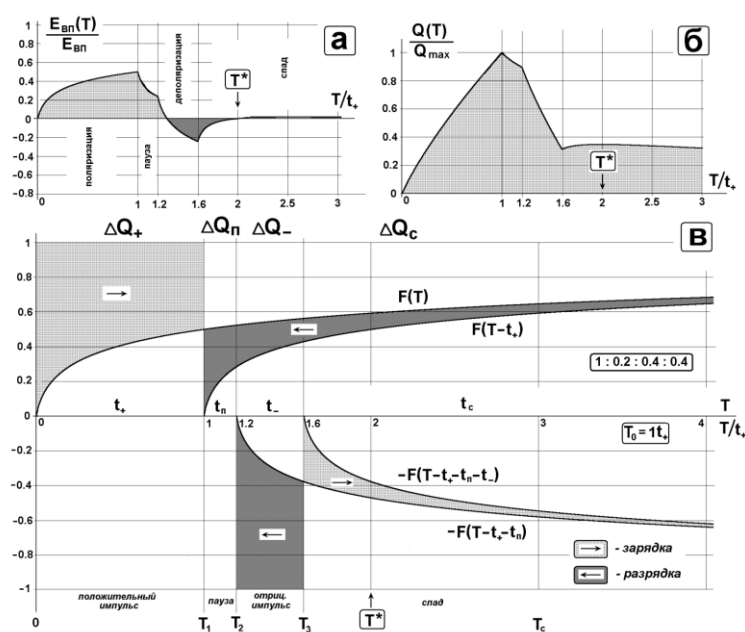


Рис.5. Временные зависимости изменения вторичного электрического поля при ДРИ-а на протяжении всего цикла измерений при $T_0 = t_+$.

а – нормированной напряженности поляризационного поля;

б – ИАВП ВП по заряду, нормированный по его максимальной величине (в момент T_1);

в – поясняющая диаграмма ИАВП по заряду – горизонтальные стрелки условно показывают процессы зарядки и разрядки геоэлектрической среды за определенные интервалы времени.

ДРИ-2ШХ_05.bmp

Приведенные на рис.5 временные зависимости геоэлектрической среды/ модели на примере режима **ДРИ-а** в течение всего цикла измерений при разных T_0/t_+ отражают особенности изменения вторичного электрического поля (*основных характеристик: напряженности поляризованного поля и интегрального амплитудно-временного параметра по заряду*) (Матевосян, 2011), по которым можно наглядно представить весь поляризационный (*электрохимический*) процесс. На первый взгляд предлагаемый полный цикл достаточно сложных измерений и вычислений дифференциальным режимом **ДРИ** легко прослеживается по динамике его протекания, что безусловно является необходимым и очень важным обстоятельством при интерпретации данных и их более достоверном геолого-геофизическом истолковании.

В заключение отметим, что выполнение лабораторных исследований временным режимом **ДРИ** с произвольными конфигурациями и параметрами предусмотрено в многоцелевом аппаратно-программном измерителе «**VectorGeo**» (Матевосян, Бабаян, 2018), благодаря встроенному в него маломощному генератору прямоугольных импульсов стабилизированного тока (*модернизированный вариант*). В настоящее время созданы необходимые (*теоретические, методические и основные технические*) предпосылки для оптимизации методики электроразведочных (*экспериментальных – лабораторных, натурных и полевых*) векторных исследований, включая с применением данного способа внешнего электрического воздействия.

Исследование частично выполнено при финансовой поддержке Государственного комитета по науке МОН Армении в рамках научного проекта № **15Т-1Е418**.

Литература

- Инструкция по электроразведке. 1984. Л.: Недра, 352 с.
- Комаров В.А.** 1980. Электроразведка методом вызванной поляризации. Л., Недра, 391 с.
- Матевосян А.К.** 1985. Способ геоэлектроразведки. Авторское свидетельство СССР №1179243, Б.И. №34.
- Матевосян А.К.** 1987. Способ измерения высших производных переходной характеристики вызванной поляризации. Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XL, №1, с.59-63.
- Матевосян А.К.** 2011. Определение полных интегральных амплитудно-временных параметров вызванной поляризации по результатам векторных измерений. Доклады НАН Армении, 111, №2, с.157-163.
- Матевосян А.К.** 2014. Критерий электрохимической заряженности геоэлектрической среды. Доклады НАН Армении, 114, №1, с.33-43.
- Матевосян А.К., Бабаян Г.А.** 2018. Многофункциональная измерительная электроразведочная аппаратура «**VectorGeo**». Изв. НАН Армении, Науки о Земле, 71, №1, с.42-49.
- Методические указания по применению электроразведочной станции СВП-74. 1979, Л., НПО "Геофизика", 141с.
- Шаповалов О.М., Черныш В.Ю., Кузьмичев В.В.** 1976. Метод производной ВП и его практическое применение. "Методы разведочной геофизики", Л., НПО "Геофизика", вып. 26, с.86-95.
- Электроразведка. 1989. Справочник геофизика. М., Недра, в двух книгах – 438 с.378.

**ՕՊՏԻՄԱԼ ՉԱՓԱՆԻՇՆԵՐԻ ԸՆՏՐՈՒԹՅՈՒՆԸ
ՀԱՐՈՒՑՎԱԾ ԲԵՎԵՌԱՑՄԱՆ ԱՆՑՈՒՄԱՑԻՆ ԲՆՈՒԹԱԳՐԻ
ԵՐԿՐՈՐԴ ԱԾԱՆՑՑԱԼԻ ԺԱՄԱՆԱԿԱՑԻՆ ՌԵԺԻՄՈՎ
ՉԱՓՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ**

Մաթևոսյան Ա.Կ., Բաբայան Գ.Ա.

Ամփոփում

Հոդվածում դիտարկվում են տարրաբնույթ երկրաէլեկտրական մոդելներում ընթացող բևեռացման գործընթացների օրինաչափությունները, արտաքին էլեկտրական դիֆերենցիալ ժամանակային ռեժիմով ազդման դեպքում, որը նախատեսված է գրգռման տարբեր ձևերի և չափանիշների դեպքում հարուցված բևեռացման անցումային բնութագրի երկրորդ կարգի ածանցյալի անմիջական չափման համար: Հիմնվելով հարուցված բևեռացման ամպլիտուդա-ժամանակային բնութագրերի առանձնահատկությունների և երկրաէլեկտրական միջավայրի էլեկտրաքիմիական լիցքավորվածության օրինաչափության համալիր վերլուծության վրա, ներկայացված են այդպիսի էլեկտրահետախուզական հետազոտությունների կատարման մեթոդիկայի օպտիմալացման հիմնական ուղիները:

**SELECTION OF MEASUREMENTS TIME MODE OPTIMAL
PARAMETERS OF SECOND DERIVATIVE TRANSITIONAL
CHARACTERISTICS OF INDUCED POLARIZATION**

Matevosyan A.K., Babayan G.A.

Abstract

The article discusses the patterns of the polarization processes flowing in different types geoelectric models under external electrical influence by the differential time mode, intended for direct measurements of the transitional characteristic second derivative of induced polarization at different configurations and parameters of the excitation.

On the basis of the complex analysis of the characteristics of the amplitude-time parameters of IP and the established regularities of the electrochemical charging of the geoelectrical medium, are presented the main ways of the optimizing methods for performing such electrical prospecting studies.

**ԶԱՎԱԽՔԻ ՀՐԱԲԽԱՅԻՆ ԼԵՌՆԱՇՂԹԱՑՈՒՄ «ԵՆԹԱԴՐՅԱԼ»
ԽԶՎԱԾՔՆԵՐԻ ՄԵՅՄՄԻԿ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԵՐԻ
ՖՈԿԱԼ ՄԵԽԱՆԻԶՄԻ ԼՈՒԾՈՒՄՆԵՐԸ**

Սահակյան Է.Է., Մարգարյան Լ.Ս., Գևորգյան Մ.Ռ.

*ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական Գիտությունների Ինստիտուտ
(ՀՀ, ք. Երևան 0019, Մարշալ Բաղրամյան պողոտա, 24ա)
Էլ. փոստ՝ elya.sahakyan@gmail.com, lilit_geo@yahoo.com, gevmikayel@gmail.com
Հանձնված է հրատարակչություն 16.04.2019թ.*

Զավախքի հրաբխային բարձրավանդակում իր երկրաբանա-տեկտոնական կառուցվածքային առանձնահատկություններով առանձնանում է Զավախքի հրաբխային լեռնաշղթան: Ըստ նախկինում իրականացված ուսումնասիրությունների ենթադրվում է, որ լեռնաշղթայի երկայնքով՝ հյուսիս-հարավ ուղղությամբ, տարածվում են «թաքնված» խզվածքներ: Ներկայացված աշխատանքի հիմքում ընկած է սեյսմոլոգիական մոտեցումներով այս խզվածքների ուսումնասիրությունները և ակտիվության հիմնավորումը: Աշխատանքն իրականացնելու նպատակով օգտագործվել են ուսումնասիրվող գոտում վերջին տարիներին գրանցված երկրաշարժերի տվյալները (2005-2018թթ):

Այս գոտում սեյսմիկ ռեժիմի վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ «ենթադրյալ» խզվածքին հարող գոտին վերջին տասնամյակում առավել ակտիվ է գրանցված երկրաշարժերից առավելագույն մագնիտուդը 4.8 է (12.07.2016, 10:14, 44.00Ն, 41.32Փ):

Հրաբխային լեռնաշղթայի գոտում գրանցված $M_L \geq 3.0$ մագնիտուդով երկրաշարժերի համար հաշվարկվել են ֆոկալ մեխանիզմները: Զավախքի հրաբխային լեռնաշղթայի տարածքում երկրաշարժերը հիմնականում բնութագրվում են օջախում շարժման կողաշարժային (SS) և վարնետքային (NF) տիպերով:

Վարնետքային կինեմատիկայով երկրաշարժերը բնութագրում են գոտում ընդարձակման դեֆորմացիաները, ինչը կարող է լինել հրաբխային ակտիվությամբ պայմանավորված, իսկ կողաշարժային շարժմամբ երկրաշարժերը բնորոշում են լեռնաշղթայի տարածքը հատող «ենթադրյալ» խզվածքների կինեմատիկան:

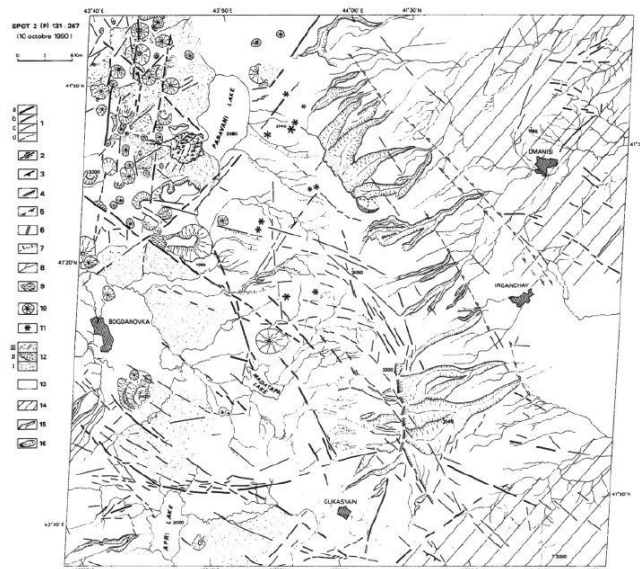
Աշխատանքում ֆոկալ մեխանիզմների լուծումներով հիմնավորվել է Զավախքի հրաբխային լեռնաշղթայում «ենթադրյալ» խզվածքների սեյսմիկ ակտիվությունը, և որոշվել է վերջիններիս շարժման տիպը:

Հանգուցային բառեր. Ենթադրյալ խզվածք, հրաբխային լեռնաշղթա, սեյսմիկ ակտիվություն, ֆոկալ մեխանիզմ, կողաշարժային և վարնետքային կինեմատիկա

Ներածություն

Զավախքի հրաբխային լեռնաշղթան հարավային ձգվածությամբ 3000-3200 մետր բացարձակ նիշերի տիրույթում գտնվող հրաբխային զանգված է: Կազմված է միոպլիոցենի անդեզիտաբազալտներից, անդեզիտներից և այլն: Չորրորդական ժամանակահատվածում լեռնաշղթան բավականին բարձրացված է եղել, բայց էրոզիայի և սառցակալման հետևանքով մասնատվել և կոտրատվել է՝ առաջացնելով խոշոր խզվածքներ: Զանգվածի շրջագծով 2000-2200 մետր բացարձակ բարձրություններում տարածված են լավային հոսքեր (Харазян, 1968):

Զավախքի հրաբխային բարձրավանդակի կազմավորումը սկսվել է ուշ միոցենում, և ավարտվել է ուշ պլեյստոցեն-հոլոցենում: Նեոգեն-չորրորդական հրաբխականության զարգացման պատմության ընթացքում այստեղ առանձնանում են տարբեր հասակի հրաբխականության երեք շրջաններ՝ ուշ միոցեն – վաղ պլիոցեն; ուշ պլիոցեն – վաղ պլեյստոցեն և ուշ պլեյստոցեն-հոլոցեն (Схиртладзе, 1958; Ferring et al., 1996; Майсрадзе и др., 1999; Тугберидзе, 2004; Lebedev et al., 2004; Pasquarè, et al., 2011): Դրանք իրարից խիստ տարբերվում են իրենց արտահայտման ինտենսիվությամբ, ժայթքման տիպերով, տարածման մասշտաբներով և հաճախ նաև նյութական կազմով:



Նկ.1. Զավախքի և Աբուլ-Մամսար հրաբխային լեռնաշղթաների և հարակից գոտիների մեկնաբանում (1-խզվածքներ (a-մակերեսին խիստ արտահայտված ձևախախտումներով, b-մակերեսին արտահայտված ձևախախտումներով, c-մակերեսին քիչ արտահայտված ձևախախտումներով, d- մակերեսին շատ թույլ արտահայտված ձևախախտումներով), 2- կողաշարժային խզվածքներ, 3- վերնետքային խզվածքներ, 4-վարնետքային խզվածքներ, 5-սկարպեր, 6-դայկա, 7-պալեոհոսք, 8-ակտիվ հոսք, 9-ցամաքած լիճ, 10-երիտասարդ հրաբխային կոն, 11-հին հրաբխային կոն, 12-հրաբխային լավային հոսքեր, որոնք դասակարգված են I (հին)-ից մինչև III (երիտասարդ), 14-անտենոգեն ձևավորումներ, 15-հեղեղատ, 16-սողանք) (Rebai et al., 1993)

Ջավախքի լեռնաշղթայում հրաբխականությունը տեղի է ունեցել վաղ պլեյստոցենում (1,92-1,23 Ma) (Hetu et al., 2015; Меликсетян, 2018):

Ջավախքի հրաբխային լեռնաշղթայի տարածքն առանձնանում է ն' տեկտոնական, ն' սեյսմիկ ակտիվությամբ: Այստեղ հատում են մակերևութին հստակ կամ թույլ արտահայտված մի շարք խզվածքային խախտումներ (նկ.1) (Rebai et al., 1993):

Ռեբայի և ուր. 1993 թ.-ի աշխատանքում ներկայացվել են Ջավախքի բարձրավանդակը հատող խզվածքային խախտումների դասակարգումն՝ ըստ Երկրի մակերևութին արտահայտվածության, համաձայն որի հյուսիսից հարավ ուղղությամբ տարածվում են մակերևութին գրեթե չարտահայտված խզվածքներ (նկ.1.4) (Rebai et al., 1993):

Նշենք, որ Ջավախքի հրաբխային լեռնաշղթայի երկայնքով հյուսիս-հարավ ուղղությամբ տարածվող վերոնշյալ «ենթադրյալ» խզվածքները, համաձայն (Rebai et al., 1993; Karakhanyan et al., 2011) աշխատանքների, գնահատվել են որպես «թաքնված» խզվածքներ: Այս աշխատանքի արդյունքներով հաստատվել է վերջիններիս սեյսմիկ ակտիվությունը և որոշվել է շարժման տիպը:

Օգտագործված տվյալները

Ուսումնասիրությունների համար առանձնացված Ջավախքի հրաբխային լեռնաշղթայի սեյսմիկության ուսումնասիրման, երկու կողմերից «ենթադրյալ» խզվածքների ակտիվության վերլուծության և շարժման տիպը որոշելու համար օգտագործվել են 2005-2018թթ. ժամանակահատվածում գրանցված երկրաշարժերի տվյալները:

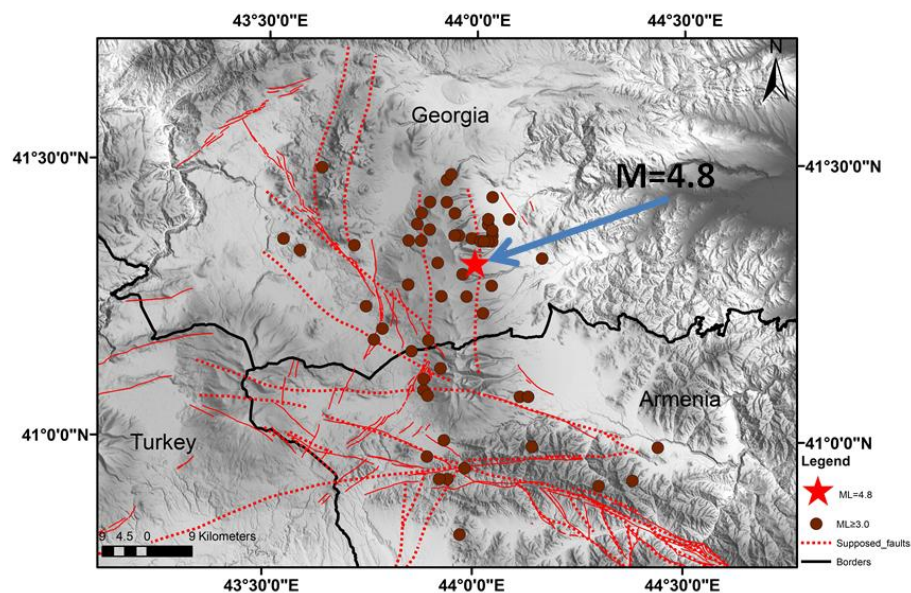
Ջավախքի հրաբխային լեռնաշղթայի մեր կողմից ուսումնասիրվող հատվածում գրանցված $M_L \geq 3.0$ մագնիտուդով երկրաշարժերի համար հաշվարկվել են ֆոկալ մեխանիզմները: Մագնիտուդի շեմի սահմանափակումը հիմնավորվում է նրանով, որ հիմնականում $M_L \geq 3.0$ մագնիտուդով երկրաշարժերի դեպքում է հնարավոր առավել ճշգրիտ հաշվարկել ֆոկալ մեխանիզմների լուծումները: Հաշվարկների համար օգտագործվել են ԳԱԱ ԵԳԻ միջազգային նախագծերի շրջանակներում ՀՀ տարածքում տեղադրված սեյսմիկ կայանների տվյալները, ինչպես նաև հարևան պետությունների բոլոր այն սեյսմիկ կայանների տվյալները, որոնք հասանելի են միջազգային տվյալների փոխանակման տիրույթում՝ IRIS (<http://ds.iris.edu/ds/>) կայքում: Այսինքն, երկրաշարժերի հիմնական պարամետրերի որոշման, ինչպես նաև ֆոկալ մեխանիզմների հաշվարկի համար ապահովվել է սեյսմիկ կայանների օպտիմալ ազիմուտային ծածկույթը:

Ստացված արդյունքների վերլուծությունը

Սեյսմիկություն: Հետազոտություններ իրականացնելու նպատակով առանձնացվել են 2005-2018թթ. ժամանակահատվածում գրանց-

ված $M_L \geq 3.0$ մագնիտուդով երկրաշարժերը: Իրականացվել է երկրաշարժերի էպիկենտրոնների և հիպոկենտրոնների կոորդինատների վերահաշվարկ HYP071 ծրագրային փաթեթով (HYP071, <https://pubs.usgs.gov/of/1972/0224/report.pdf>): Նկ.2-ում բերված են ամբողջ Ջավախքի բարձրավանդակում գրանցված $M_L \geq 3.0$ մագնիտուդով երկրաշարժերի էպիկենտրոնները, դրանք հիմնականում հարում են խզվածքային գոտիներին: Համեմատաբար մեծ թվով երկրաշարժեր գրանցվել են Ջավախքի լեռնաշղթայի տարածքում, ինչը վկայում է գոտու ներկայիս սեյսմիկ ակտիվության մասին:

Դիտարկվող ժամանակահատվածում Ջավախքի բարձրավանդակում գրանցված ամենաուժեղ երկրաշարժի (12.07.2016, 10:14, 44.00Ն, 41.32Փ, $M_L = 4.8$) էպիկենտրոնը գտնվում է լեռնաշղթային մոտ ենթադրյալ խզվածքի վրա (նկ.2):

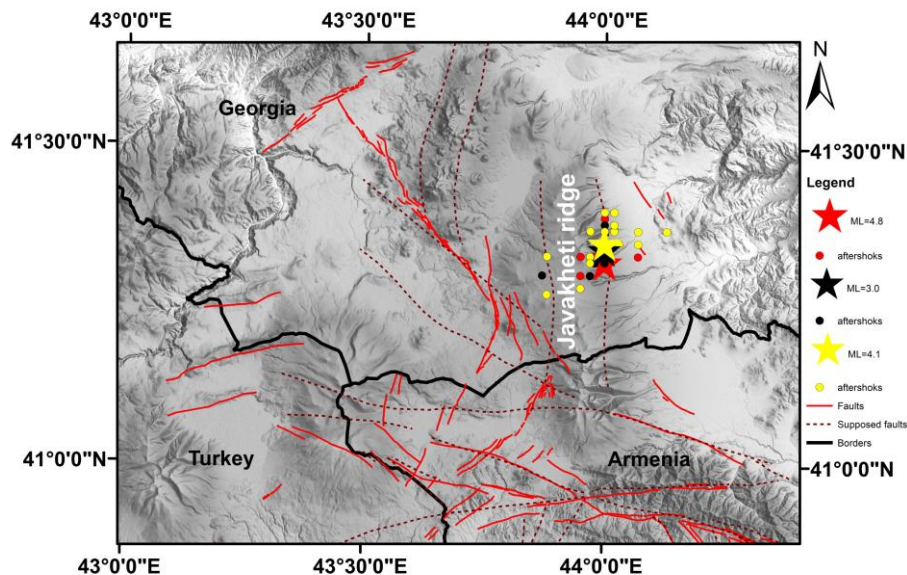


Նկ.2. Ուսումնասիրվող գոտում $M_L \geq 3.0$ մագնիտուդով երկրաշարժերի էպիկենտրոնների բաշխումը (2005-2018թթ.)

Նույն օջախային գոտում, գրեթե նույն էպիկենտրոնային կոորդինատներով գրանցվել է (13.07.2016թ.) ևս մեկ երկրաշարժ ($M_L = 3.0$): Մեկ շաբաթ տևած հետցնցումների շարքին հաջորդել է $M_L = 4.1$ մագնիտուդով երկրաշարժ՝ նույն օջախային գոտում (նկ.3):

Ընդ որում, եթե դիտարկենք երկրաշարժի հետցնցումների հաջորդական շարքը, ապա դրանք, ինչպես նաև երեք՝ $M_L = 3.0$, $M_L = 4.1$, $M_L = 4.8$ մագնիտուդով ցնցումների էպիկենտրոնները, որոշակիորեն դասավորված են դեպի հյուսիս տարածվող ուղղությամբ և հարում են Ջավախքի լեռնաշղթայի հարևանությամբ հատող ենթադրյալ խզվածքին (նկ.3):

Նշված երեք երկրաշարժերի և դրանց հաջորդած հետցնցումների էպիկենտրոնների բաշխումը «ենթադրյալ» խզվածքի երկայնքով վկայում են, որ տեղի ունեցած երկրաշարժերի օջախները ենթադրաբար կապված են այդ խզվածքի ժամանակակից ակտիվության դրսևորման հետ:



Նկ.3. $M_L = 4.8$, $M_L = 3.0$, $M_L = 4.1$ մագնիտուդով երկրաշարժերի էպիկենտրոնների և դրանց հետցնցումների բաշխումը

Հիմնվելով վերը նշվածի և 2005-2018թթ. ժամանակահատվածում սեյսմիկ տվյալների վերլուծության վրա, կարելի է համարել, որ Ջավախքի լեռնաշղթայի տարածքում գտնվող այս օջախային գոտին, թերևս վերջին տասնամյակում, Ջավախքի հրաբխային բարձրավանդակի և հարակից տարածքների համար սեյսմիկությամբ առավել ակտիվն է:

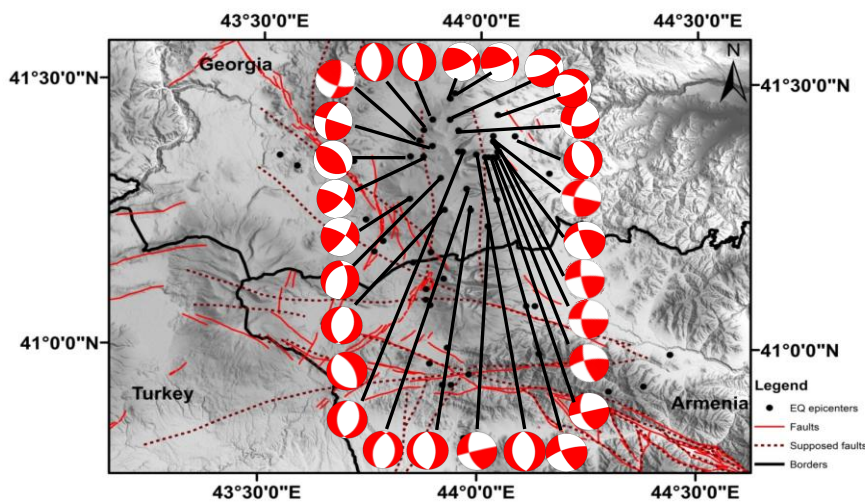
Ֆոկալ մեխանիզմներ: Ուսումնասիրվող գոտում սեյսմիկ օջախների ուսումնասիրման և օջախ-խզվածք կապի բացահատման համար գրանցված $M_L \geq 3.0$ մագնիտուդով երկրաշարժերի համար հաշվարկվել են ֆոկալ մեխանիզմները:

Հաշվարկների համար կիրառվել է P ալիքի առաջին մուտքի նշանով մեթոդը, ընդ որում, ֆոկալ մեխանիզմի լուծումներ տրվել են այն երկրաշարժերի համար, որոնց դեպքում P ալիքի առաջին մուտքի նշանների նվազագույն քանակը կազմել է 12:

P ալիքի առաջին մուտքի նշանով, սեյսմիկ կայանների տեղադիրքերով, և երկրաշարժի հիմնական պարամետրերի տվյալներով կազմվել է համապատասխան տվյալների բազա ֆոկալ մեխանիզմների հաշվարկման համար:

Մեխանիզմների լուծումները հաշվարկվել են FA համակարգչային

փաթեթի կիրառմամբ (Lander, 2004): Այն թույլ է տալիս հաշվել երկրաշարժի էպիկենտրոնի նկատմամբ տարբեր ուղղություններում բաշխված սեյսմիկ կայանների ազիմուտային անկյունները, P –ալիքի տարածման անկման անկյունները յուրաքանչյուր կայանի նկատմամբ, որոշել երկրաշարժի օջախում խզման պրոցեսը բնութագրող երկու նոդալ հարթությունների պարամետրերը, լարվածության սեղմման և ընդարձակման առանցքները և այլ: Ծրագրի հիմքում ընկած ալգորիթմը հնարավորություն է տալիս ելքային պարամետրերի արդյունքների համար ապահովել սխալանքի (misfit) մինչև $\pm 5^\circ$ ճշտություն (Lander, 2004):



Նկ.4. Ջավախքի հրաբխային լեռնաշղթայի տարածքում երկրաշարժերի ֆոկալ մեխանիզմների լուծումները

Նկ.4-ում բերված են Ջավախքի հրաբխային բարձրավանդակում 2005-2018թթ. ընթացքում գրանցված $M_L \geq 3.0$ երկրաշարժերի էպիկենտրոնները, և Ջավախքի լեռնաշղթայի տարածքում երկրաշարժերի ֆոկալ մեխանիզմների լուծման արդյունքները, որտեղ ցույց է տրված, թե երկրաշարժի տվյալ էպիկենտրոնին ինչ լուծում է համապատասխանում: Նկ.4-ում ներկայացված են միայն այն երկրաշարժերի ֆոկալ մեխանիզմների լուծումները, որոնց արդյունքներով հիմնավորվել է Ջավախքի հրաբխային լեռնաշղթայում «ենթադրյալ» խզվածքների սեյսմիկ ակտիվությունը, և որոշվել է վերջիններիս շարժման տիպը:

Ջավախքի հրաբխային լեռնաշղթայի տարածքում գրանցված երկրաշարժերի համար ֆոկալ մեխանիզմների հաշվարկներից պարզ է դառնում, որ այստեղ հիմնականում օջախները բնութագրվում են վարնետքային և կողաշարժային կինեմատիկաներով: Բայց հատկանշական է այն, որ դրանք ունեն որոշակի օրինաչափ տարածում: Լեռնաշղթայի երկայնքով երկու կողմերից հատող «ենթադրյալ» խզվածքներ-

րին հարող երկրաշարժերի ֆոկալ մեխանիզմների լուծումները գրեթե միայն կողաշարժային տիպի են (նկ.4): Ընդ որում, այդ կողաշարժային կինեմատիկայով երկրաշարժերը դասավորված են «ենթադրյալ» խզվածքների երկայնքով՝ լեռնաշղթայի երկու կողմերից: Վարնետքային տիպի շարժմամբ բնութագրվող երկրաշարժերի էպիկենտրոնները գտնվում են անմիջապես լեռնաշղթայի կենտրոնական հատվածում: Այսպիսով, ստացվում է, որ Ջավախքի հրաբխային լեռնաշղթայի տարածքում գրանցվել են վարնետքային, իսկ դրա երկու կողմերի երկայնքով՝ կողաշարժային տիպի շարժմամբ բնութագրվող երկրաշարժեր: Ստացված արդյունքների համաձայն կարելի է ենթադրել, որ այդ խզվածքներն ունեն կողաշարժային կինեմատիկա: Նշված խզվածքների միջև վարնետքային տիպի շարժմամբ երկրաշարժերի գրանցումը վկայում է ընդարձակման դեֆորմացիաների գոյությունը, ինչն էլ բնորոշում է գոտում առկա հրաբխականությունը (նկ.4):

Եզրակացություն

Այսպիսով, ամփոփելով Ջավախքի հրաբխային լեռնաշղթայի գոտու սեյսմիկության վերլուծության արդյունքները ստացվում է, որ ուսումնասիրվող գոտում 2005-2018 թթ. ժամանակահատվածում գրանցված ամենաուժեղ երկրաշարժը ($M_L=4.8$), ինչպես նաև նույն օջախային գոտում դրան հաջորդած $M_L = 3.0$ և $M_L = 4.1$ երկրաշարժերը և դրանց հետցնցումները կապված են միևնույն օջախային գոտու սեյսմիկ ակտիվության հետ՝ այն է Ջավախքի հրաբխային լեռնաշղթայի ենթադրյալ խզվածքների սեյսմիկ ակտիվության դրսևորմամբ, որը վերջին տասնամյակում, Ջավախքի հրաբխային բարձրավանդակի համար սեյսմիկությամբ առավել ակտիվն է: Ջավախքի հրաբխային լեռնաշղթայի տարածքում գրանցված երկրաշարժերի ֆոկալ մեխանիզմների հաշվարկները ցույց են տալիս, որ լեռնաշղթայի երկայնքով երկու կողմերից հատող «ենթադրյալ» խզվածքներին հարող երկրաշարժերը հիմնականում կողաշարժային տիպի են: Հաշվի առնելով կողաշարժային շարժմամբ բնութագրվող ֆոկալ մեխանիզմների լուծումները այդ խզվածքների երկայնքով, կարելի է ենթադրել, որ այդ խզվածքներն ունեն կողաշարժային կինեմատիկա:

Գրականություն

- Меликсетян Х. Б.** 2018. “Генерация коллизионных магм на примере четвертичного вулканизма территории Армении и вулканическая опасность” Диссертация на соискание уч. степени доктора геол.-мин. наук, Ереван, 494с.
- Майсурадзэ Г.М., Кулошвили С.И.** 1999. «Некоторые вопросы геологии молодого вулканизма Джавахетского нагорья», Проблемы геологии и петрологии. Нов. Серия. Вып. 114; Тбилиси, ГИН АН Грузии, с.220-228.
- Схиртладзе Н.Н.** 1958. «Постпалеогеновый эффузивный вулканизм Грузии», Тбилиси, Изд. АН ГрузССР, 368 с.
- Тутберидзе Б.Г.** 2004. Геология и петрология альпийского позднеорогенного магматизма центральной части Кавказского сегмента. Тбилиси, Изд. Тбил. ун-та, 340 с.

- Харазян Э.Х.** 1968. “Новейшие вулканические образования верховьев бассейна р.Ахурян (АрмССР).” Изв.АН АрмССР, “Науки о Земле” N5, с.3-17.
- Ferring C., Swisher C., Bosinsky G., Gabunia L., Kikodze Z., Lordkipanidze D., Tvalchrelidze M., Tutberidze B.** 1996. Progress report on the geology of the Plio-Pleistocene Dmanisi and the Diliska George. Republic of Georgia. Paleoant. Soc., New Orlean, p.5-6.
- Hetu Sh., Meliksetian Kh., Gevorgyan H., Israyelyan A., Navasardyan G.** 2015. “Intracanyon basalt lavas of the Debed River (Northern Armenia), part of the Pliocene-Pleistocene continental flood basalt province in the South Caucasus”; Journal of Volcanology and Geothermal Research; 295, p.1-15.
- HYPO71:** 1972, a computer program for determining hypocenter, magnitude, and first motion pattern of local earthquakes Open-File Report 72-224, William Hung Kan Lee and John C. Lahr, USGS Numbered Series. DOI: 10.3133/ofr72224, <https://pubs.usgs.gov/of/1972/0224/report.pdf>
- Karakhanyan A., Avagyan A., Baghdasaryan H., Avanesyan M., Arakelyan A.** 2011. “Seismic hazard assessment for the construction site of a new power unit of the Armenian NPP” Development of Seismotectonic Model, Final report, 257p.
- Lander A.V.** 2004. “The FA2002 program system to determine the focal mechanisms of earthquakes in Kamchatka, the Commander Islands and the Northern Kuriles”. Report KEMSD GS RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky; 250p.
- Lebedev V.A., Chernishev I.V., Dudaury O.Z., Arakelians M.M., Chugaev A.V., Goltzman Y.V., Vashakidze G.T.** 2004. Geochronology of Neogene-Quaternary dacitic volcanism of the Javakheti highland (Lesser Caucasus, South Georgia) (in Russ). Proc., new series, # 119, p.535-544.
- Pasquare F.A., Tormey D., Vezzoli L., Okrostsvaridze A., and Tutberidze B.** 2011. “Mitigating the consequences of extreme events on strategic facilities: Evaluation of volcanic and seismic risk affecting the Caspian oil and gas pipelines in the Republic of Georgia”. Journal of Environmental Management, v. 92, p.1774–1782.
- Rebai S., Philip H., Dorbath L., Borissoff B., Haessler H., Cisternas A.** 1993. “Active tectonics in the Lesser Caucasus: Coexistence of compressive and extensional structures” Tectonics, vol. 12; No. 5, p.1089-1114.

СЕЙСМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ «ПРЕДПОЛАГАЕМЫХ» РАЗЛОМОВ НА ДЖАВАХЕТСКОМ ВУЛКАНИЧЕСКОМ ХРЕБТЕ И РЕШЕНИЯ ФОКАЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Саакян Э.Э., Саргсян Л.С., Геворгян М.Р.

Резюме

На Джавахкском вулканическом плато своими геотектоническими структурными особенностями выделяется вулканический хребет Джавахка. В направлении север-юг вдоль хребта простираются разломы, которые согласно данным ранее выполненных исследований оцениваются как «предполагаемые». В основе данной работы лежит исследование этих разломов и обоснование их активности с помощью сейсмологических подходов.

Для проведения работ были использованы данные о землетрясениях, зарегистрированных в исследуемом районе за 2005-2018 годы.

Анализ сейсмического режима в этой зоне показывает, что территория, прилегающая к «предполагаемым» разломам, была более активна в последнее десятилетие. Максимальная величина магнитуды зарегистри-

рованных землетрясений составляет 4,8.

Механизмы очага в зоне вулканического хребта были рассчитаны для зарегистрированных землетрясений с магнитудой $ML \geq 3.0$. Землетрясения на территории Джавахкского вулканического хребта характеризуются сдвиговым (SS) и сбросовым типами (NF) разломов. Землетрясения со сбросовым типом механизма очага характеризуют деформации растяжения, что может быть обусловлено вулканической активностью в этой области, а землетрясения сдвигового типа описывают кинематику "предполагаемых" разломов, которые пересекают область горного хребта.

В результате проведенной работы на основе решений механизмов очагов землетрясений была подтверждена сейсмическая активность «предполагаемых» разломов на вулканическом нагорье Джавахка и определен тип подвижек по этим разломам.

THE SEISMIC ACTIVITY OF THE "INFERRED" FAULTS IN THE VOLCANIC JAVAKHETI RIDGE AND EARTHQUAKE FOCAL MECHANISM SOLUTIONS

Sahakyan E.E., Sargsyan L.S., Gevorgyan M.R.

Abstract

Key words: inferred fault, volcanic ridge, seismic activity, focal mechanism, strike-slip (SS) and normal fault (NF) kinematics.

The volcanic Javakheti ridge stands out within the volcanic Javakheti plateau by its structural geo-tectonic features. The two faults striking in the north-south direction along the ridge have been mapped as "inferred faults" according to the data of earlier studies. This paper is based on the use of seismological approaches to study these faults and to provide evidence of their activity. For this purpose, data of the earthquakes recorded in the study area in 2005-2018 were applied.

The analysis of seismic regime in the zone shows that the area adjacent to the "inferred" faults has been more active during the last decade. The maximum magnitude of recorded earthquakes is 4.8.

Focal mechanisms were calculated for $ML \geq 3.0$ magnitude earthquakes. Earthquakes in the area of the volcanic Javakheti Ridge are characterized by strike-slip (SS) and normal-faulting types (NF).

The earthquakes with normal-fault type of focal mechanism are characterizing extensional deformations, which are supposed to be a result of volcanic activity of this area, while the strike-slip fault earthquakes describe the kinematics of the "inferred" faults that cross the ridge.

As a result of this study, seismic activity of the "inferred" faults in the volcanic Javakheti Ridge was confirmed and the sense of motions along the faults was determined based on the focal mechanism solutions.

ԵՐԿՐԱՖԻԶԻԿԱ

**ԷԼԵԿՏՐԱԶՈՆԴԱՎՈՐՄԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ՀԱՄԵՄԱՏԱԿԱՆ
ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ ՄԻՋ- և ԸՆԴԱՎԱՅԻՆ ՋՐԱՏԱՐ
ՀՈՐԻԶՈՆՆԵՐԻ ՀԱՅՏՆԱԲԵՐՄԱՆ ԵՎ ՀԵՏԱՄՏՄԱՆ ՆՊԱՏԱԿՈՎ**

Դեմիրճյան Ս. Մ.

*Երևանի պետական համալսարան
ՀՀ, ք. Երևան, 0025, Ալեք Մանուկյան 1
E-mail: sam.demirtshyan@gmail.com
Հանձնված է խմբագրություն 25.09.2019*

Աշխատանքում ջրաերկրաբանական խնդիրների լուծման նպատակով առաջարկված և հիմնավորված է էլեկտրահետախուզական մեթոդների երկրաֆիզիկական համալիր:

Ցույց են տրված հանրահայտ ուղղաձիգ էլեկտրազոնդավորման (ՈԻԷԶ) մեթոդի սահմանափակումները փոքր հզորությամբ շերտերի և լոկալ անհամասեռությունների առկայության պարագայում: Այսպիսի դեպքերում առաջարկվում է խնդիրները լուծել զոնդավորմամբ դաշտի տարանջատման (ԶԴՏՄ) և համատարած էլեկտրազոնդավորման (ՀԷԶ) մեթոդներով:

Ջրամերժ ռելիեֆի քարտեզագրման նպատակով առաջարկված է կիրառվող մեթոդների համալիրում ընդգրկել էլեկտրազոնդավորման դաշտի վերականգնման (ԷԴՎ) մեթոդը:

Հանգուցային բառեր. էլեկտրահետախուզություն, հնահուներ, ջրատար հորիզոն, հրաբխային տարածքներ, արդյունավետ համալիր:

Ներկայացված հոդվածում հիմնավորված են հրաբխային տարածքներում էլեկտրահետախուզական մեթոդների կիրառման արդյունավետության բարձրացման մոտեցումներ, առաջին հերթին, հնահունների և հատկապես փոքր հզորությամբ ջրատար հորիզոնների հայտնաբերման նպատակով: Ինչպես ցույց է տալիս փորձը, էլեկտրահետախուզական ՈԻԷԶ մեթոդը նման հարցերի լուծման համար ունի որոշակի սահմանափակումներ, որը պայմանավորված է հատկապես էլեկտրահետախուզությունում հայտնի էկվիվալենտության (համարժեքության) սկզբունքի առկայությամբ (Хмелевской, 1970):

Ուսումնասիրությունների տեսակետից կարևոր է դառնում էլեկտրահետախուզական համալիրի լրացման առաջարկությունը և դրա գործնական կիրառումը, հատկապես հրաբխային կառույցներում ջրաերկրաբանական խնդիրների լուծման նպատակով:

ՀՀ հրաբխային տարածքներում հետազոտությունների արդյունավետության և ստացված արդյունքների հավաստիության բարձրացումը պահանջում են կիրառվող երկրաֆիզիկական համալիրի ճիշտ

ընտրություն, նկատի ունենալով մասնավորապես հրաբխային շրջանների բարդ ջրաերկրաբանական պայմանները՝ հզոր լավային հաստվածքներ և առանձին դեպքերում փոքր ջրատար հորիզոններ:

Հրաբխային կառույցների երկրաբանա-ջրաերկրաբանական ընդհանրացված կտրվածքը ներկայացվում է հիմնականում ապարների երեք համալիրներով. ստորին – լավատակ, ներկայացված հիմնականում պալեոգեն-նեոգեն հասակի նստվածքային և հրաբխա-նստվածքային ապարներով, որոնք հանդիսանում են ռեզիոնալ ջրամերժ ապարներ: Միջին – ներկայացված են հրաբխային ապարներով, հիմնականում չորրորդական հասակի, որոնք հանդիսանում են հիմնական ջրատար շերտերը: Վերին – ժամանակակից լճա-գետային, էյուվիալ-դելյուվիալ առաջացումներ են՝ ավազներ, մանրախճեր, ավազակավեր և այլն:

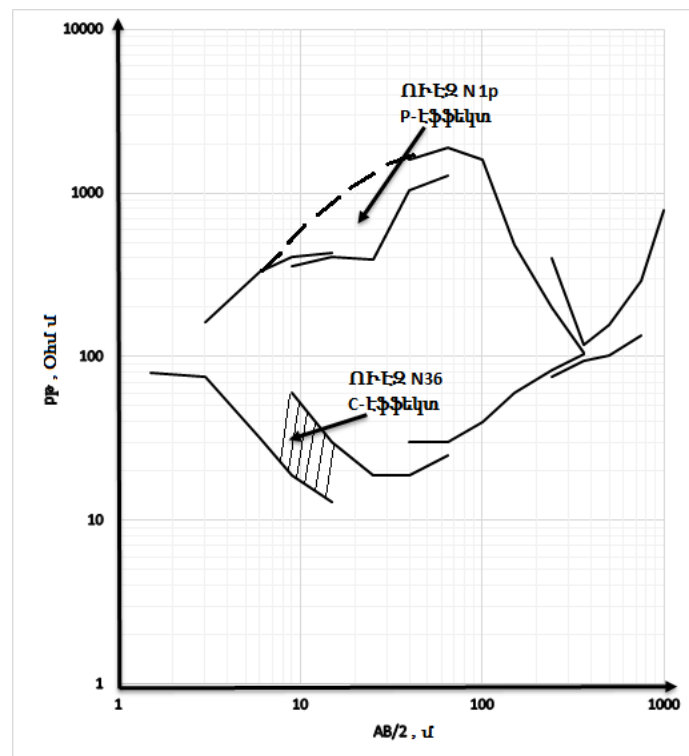
Ջրաերկրաֆիզիկական ուսումնասիրությունները ՀՀ տարածքում հիմնականում իրականացվել են ռեզիոնալ ջրամերժ ռելիեֆի պարզաբանման և ջրատար հորիզոնների հայտնաբերման նպատակով: Մեթոդների ընտրության ժամանակ հաշվի են առնվել հետևյալ մոտեցումները. 1) համեմատաբար արդյունավետ ջրաերկրաֆիզիկական մեթոդների համալիր և 2) տվյալների քանակական համակարգային վերլուծություն (Минасян и Варданян, 2003):

Հրաբխային կառույցների ֆիզիկա-ջրաերկրաբանական մոդելների ապարների պետրոֆիզիկական հատկությունների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ ջրաերկրաբանական խնդիրների լուծման համար գերիշխող ֆիզիկական ցուցանիշներ են հանդիսանում էլեկտրական հատկությունները, որոնք պայմանավորված են տարածքի ապարների տեսակով, կառուցվածքա-ձևաբանական և հիդրոդինամիկ պայմաններով: Հայտնի է, որ լավային ապարների դիֆֆերենցիալ քստ տեսակարար էլեկտրական դիմադրության (ρ), պայմանավորված դրանց ջրատարության և ստորերկրյա ջրերի հանքայնացման աստիճանով, լավային ու լավատակ առաջացումների էլեկտրական դիմադրություններով, հնարավորություն է տալիս ջրաերկրաբանական խնդիրների լուծման ժամանակ լայնորեն կիրառել էլեկտրահետախուզական մեթոդների տարբեր մոդիֆիկացիաներ: Ջրաերկրաբանական ուսումնասիրությունների խնդիրներն են՝ 1) տարածքի ռեզիոնալ ջրամերժ շերտի քարտեզագրում, 2) միջ- և ընդլավային ջրատար հորիզոնների հայտնաբերում և հետամտում: Այդ խնդիրների լուծման ընթացքում ՈւԷԶ մեթոդի կիրառումը, առանձին դեպքերում, հանդիպում է որոշակի դժվարությունների պայմանավորված տարածքի բարդ ռելիեֆի, բնակավայրերի և այլ անտրոպոգեն կառույցների առկայությամբ: Բացի այդ գոնդավորումը դաշտի վերականգնման մեթոդով ավելի արագ կիրառելի է և քիչ աշխատատար: Նման պայմաններում առաջարկվում է կիրառել էլեկտրահետախուզական մեթոդների այնպիսի մոդիֆիկացիաներ, որոնք հնարավորություն են տալիս լուծել դրված ջրաերկրաբանական խնդիրները, մասնավորապես գոնդավորումը

դաշտի վերականգնման մեթոդով (ԴՎՄ): (Ha Ngoc, 1997; Keller and Frischknecht, 1996; ИВАНОВ, 2011):

Իսլանդիայում, Ինդոնեզիայում, Ֆրանսիայում և Եգիպտոսում ջրաերկրաբանական խնդիրների լուծման նպատակով հրաբխային տարածքներում էլեկտրահետախուզական մեթոդներով իրականացված ուսումնասիրությունների արդյունքները ցույց են տալիս, որ հիմնականում կիրառվում են ՈՒԷԶ և ԴՎՄ մեթոդները (Demissie, Árnason, Metwaly, Georgsson, Tsend-Ayush, Pangaribuan and etc.) (Lénat and etc., 2000):

Հայտնի է նաև, որ կտրվածքում մերձակերեսային անհամասեռությունների առկայության դեպքում ՈՒԷԶ մեթոդի տվյալների մեկնաբանումը դառնում է ոչ միաբժեք: Նման օրինակ բերված է նկար 1-ում:



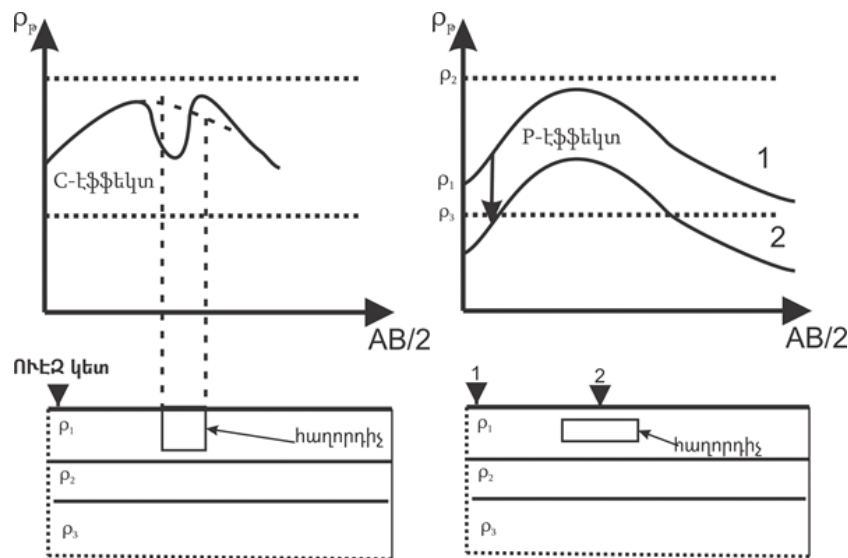
Նկ.1. ՀՀ հրաբխային տարածքում իրականացված անհամասեռ ՈՒԷԶ կորերի օրինակներ:

Նկ.1-ում ներկայացված են ՀՀ հրաբխային տարածքում իրականացված ՈՒԷԶ կորերի վրա լոկալ անհամասեռությունների առկայության հետևանքով առաջացած աղավաղումներ, որոնք կարող են հանգեցնել մեկնաբանման սխալների:

Ընդունված է անհամասեռությունները բաժանել երկու խմբի՝ մերձակերեսային և խորքային: Սովորաբար խորքային անհամասեռու-

թյունները փնտրվող օբյեկտներն են, իսկ մերձակերեսայինները աղավաղում են չափումների արդյունքները, ուստի դրանց ազդեցությունները պետք է գնահատվեն նախքան տվյալների քանակական մեկնաբանությունների իրականացումը:

Հանդիպում են մերձակերեսային անհամասեռությունների ազդեցությունների (ՄՄԱ) երկու տեսակ – աղավաղումներ այն անհամասեռությունների կողմից, որոնք տեղադրված են ընդունող էլեկտրոդների մերձակայքում (P-էֆֆեկտ) և աղավաղումներ, որոնք հետևանք են սնող էլեկտրոդների տեղադրման (C-էֆֆեկտ) (Хмелевской и др., 2005):



Նկ.2. C-էֆֆեկտ և P-էֆֆեկտ:

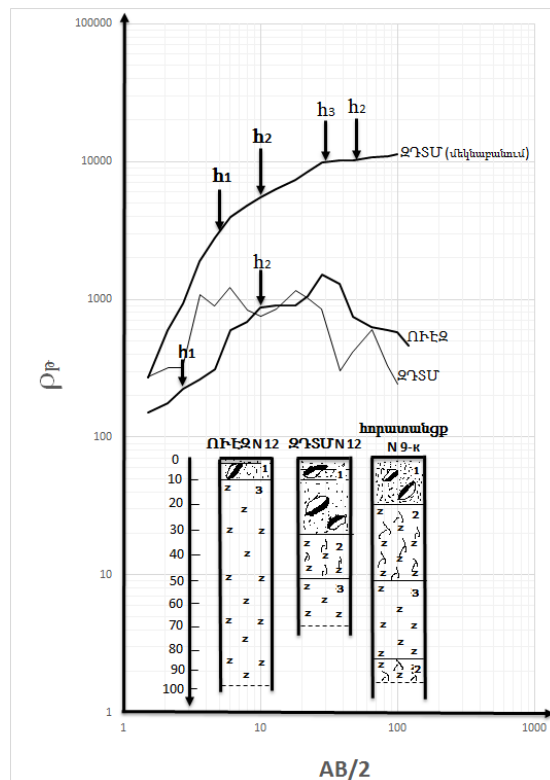
C-էֆֆեկտը արտահայտվում է Ուիլսոն կորի աղավաղմամբ առանձին բացվածքների դեպքում (երբ սնող էլեկտրոդը հայտնվում է անհամասեռության վրա): P-էֆֆեկտն արտահայտվում է որպես կորի ուղղահայաց տեղաշարժ դիմադրության առանցքով առանց կորի ձևի փոփոխությունների: Այս դեպքում փոխվում է կորի ձևը և նույնիսկ կարող է շերտերի քանակի «ոչ իրական» ավելացմամբ արտահայտվել (նկ.2):

Քանի որ անհամասեռությունները կորի վրա ունենում են աղավաղող ազդեցություն, այդ իսկ պատճառով կարիք է առաջանում հասցնել նվազագույնի սնող և ընդունող էլեկտրոդների համընկնման հնարավորությունները դրանց վրա: Այդ անհամասեռությունների տեղադիրքերի որոշումը պահանջում է նպատակային ուսումնասիրություն, ուստի ՀԷՁ զոնդավորումներն իրականացվում են բացվածքի մեծացման թվաքանակի քայլով: Այսպիսի չափումների ժամանակ ՄՄԱ-ն արտահայտվում է որպես պարբերական «աղավաղիչ»: Պարբերական

աղավաղումները պատահականների համեմատությամբ ավելի հեշտ է բացահայտել և հեռացնել:

ՀԷՁ մեթոդը հնարավորություն է տալիս ուսումնասիրությունների ընթացքում գնահատել և հետագա մեկնաբանություններում հաշվի առնել լոկալ անհամասեռությունները, ուստի վերջինս առաջարկվում է կիրառել այսպիսի աղավաղումների առկայության դեպքում:

Զոնդավորումը դաշտերի տարանջատման մեթոդով (ԶԴՏՄ) ապահովում է միջլավային փոքր ջրատար հորիզոնների տարանջատում (Demirtshyan and Minasyan, 2018), հետևաբար այն առաջարկվում է կիրառել հատկապես հրաբխային կառույցներում, կտրվածքի ավելի մանրամասն դիֆֆերենցման նպատակով: Մասնավորապես ՀՀ Դոմաշեն գյուղի տարածքում իրականացված ՈԻԷԶ և ԶԴՏՄ մեթոդների ու հորատանցքի տվյալների վերլուծության օրինակ բերված է նկ.3-ում: Նկատելի է, որ 30մ հզորությամբ ջրատար հորիզոնը, տեղադրված 20 մ խորության վրա ՈԻԷԶ կորի մեկնաբանման արդյունքներում չի արտահայտվել, որը արտահայտվել է ԶԴՏՄ կորի մեկնաբանման արդյունքներով (նկ.3): Հետևաբար, միջլավային համեմատաբար փոքր ջրատար հորիզոնների հայտնաբերման համար առաջարկվում է կիրառել ԶԴՏՄ մեթոդը:



Նկ.3. ՈԻԷԶ և ԶԴՏՄ կորերի, և հորատանցքի համատեղ մեկնաբանություն. 1 – ավազազլաքարային առաջացումներ, 2 – ճեղքավոր, ջրատար, լավային ապարներ, 3 – համեմատաբար ամուր լավային ապարներ:

Այսպիսով, աշխատանքում իրականացված վերլուծություններից ելնելով ՀՀ տարածքում հնառելիեֆի քարտեզագրման և միջլավային ջրատար հորիզոնների հայտնաբերման նպատակով արդյունավետ երկրաֆիզիկական մեթոդների համալիր է հանդիսանում՝ ուղղաձիգ էլեկտրազոնդավորման (ՈԻԷԶ), դաշտի վերականգնման զոնդավորման (ԴՎՄ), համատարած էլեկտրազոնդավորման (ՀԷԶ) և դաշտի տարանջատման զոնդավորման (ԶԴՏՄ) մեթոդների համալիրը:

Եզրակացություն

Հրաբխային տարածքներում իրականացված աշխատանքների փորձը բերում է հետևյալ եզրակացությունների.

- Հաշվի առնելով, առանձին տարածքների բարդ ռելիեֆային պայմանները աշխատանքի իրականացման նպատակով առաջարկվում է հրաբխային տարածքներում ռեգիոնալ ջրամերժ շերտի ռելիեֆի քարտեզագրման նպատակով կիրառել համատեղ ՈԻԷԶ և ԴՎՄ մեթոդները:
- ՈԻԷԶ մեթոդով ուսումնասիրությունների ժամանակ լոկալ անհամասեռությունների առկայության դեպքում, դրանց ազդեցությունների գնահատման նպատակով առաջարկվում է կիրառել ՀԷԶ մեթոդը:
- Միջլավային փոքր հզորություն ունեցող ջրատար հորիզոնների հայտնաբերման նպատակով առաջարկվում է կիրառել էլեկտրահետախուզական ԶԴՏՄ մեթոդը:
- Հրաբխային տարածքներում ջրաերկրաբանական խնդիրների լուծման նպատակով առաջարկվում է կիրառել՝ ՈԻԷԶ, ԴՎՄ, ԶԴՏՄ և ՀԷԶ մեթոդների համալիրը:

Գրականություն

- Иванов П.В.** 2011. Совместная интерпретация данных методов вертикального электрического зондирования и зондирования становлением поля в ближней зоне. Санкт-петербург, записки горного института, с.183-187.
- Минасян Р.С. и Варданян В.П.** 2003. Палеорельеф и распределение подземного стока центрального вулканического нагорья армении. Ереван, Асогик, 151с.
- Хмелевской В.К.** 1970. Основной курс электроразведки. Часть 1. Электроразведка постоянным током. Москва, МГУ, 245с.
- Хмелевской В.К., Модин И.Н. и Яковлев А.Г.** 2005. Электроразведка: пособие по электроразведочной практике для студентов геофизических специальностей. Москва, 311с.
- Demirtshyan S.M. and Minasyan R.S.** 2018. Features of The Distribution of Electric Fields of Multipoint Grounding and Their Application in Hydrogeology. Armenian journal of physics, Volume 11, Issue 3, p.135-140.
- Ha Ngoc Hung.** 1997. The use of schlumberger sounding in geothermal exploration with an example from krisuvik area, sw-iceland. geothermal training programme Orkustofnun, Grensasvegur 9, IS-108 Reykjavik, Iceland, p.137-164.
- Keller G.V. and Frischknecht F.C.** 1966. Electrical Methods in Geophysical Prospecting. Pergamon Press, Oxford, p.1-517.
- Lénat J.-F., Fitterman D., Jackson D. B., Labazuy P.** 2000. Geoelectrical structure of the central zone of Piton de la Fournaise volcano (Réunion). Bull Volcanol, p.75-89.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ
ЭЛЕКТРОЗОНДИРОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ ОБНАРУЖЕНИЯ И
ОТСЛЕЖИВАНИЯ МЕЖ- И ПОДПЛАВОВЫХ ВОДАНОСНЫХ
ГОРИЗОНТОВ**

Демирчян С.М.

Резюме

В работе для решения гидрогеологических задач предложен и обоснован геофизический комплекс электроразведочных методов.

Показаны ограничения общеизвестного метода вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) при наличии маломощных горизонтов и локальных неоднородностей. В таких случаях предлагается решать задачи с помощью зондирования методом вычитания поля (ЗМВП) и методом сплошного электроразведочного зондирования.

С целью картирования водоупорного рельефа предлагается включать в применимый комплекс метод электроразведочного становления поля (ЗСП).

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ELECTRIC SOUNDING
METHODS FOR THE PURPOSE OF DETECTION AND
INVESTIGATION OF INTER- AND UNDER-LAYERING AQUIFERS**

S. M. Demirtshyan

Abstract

In this work, the efficiency of electric methods in volcanic areas is suggested and justified for the purpose of solving hydrogeological problems.

The limitations of well-known vertical electrical sounding VES method in the presence of thick horizons and local inhomogeneties have been shown. In such cases, it is proposed to solve problems using the sounding by the method of subtraction of fields (SMSF) and by the method of continuous electric sounding (CES).

In order to map waterproof relief, the inclusion of the method of transient electric sounding (TES) in the applicable complex is proposed.

ԳԻՏԱԺՈՂՈՎՆԵՐ

ԳԻՏԱԿԱՆ ԽՐՈՆԻԿԱ



Travelling Conference:

„Sustainable Water Resource Management in Regions with Heavily Overexploited Aquifers under Consideration of Regional Impacts of Climate Change“ (“TC WaterUse”)

July 2-5, 2019

Institute of Geological Sciences of NAS, Yerevan, Armenia



«Ջրային ռեսուրսների կայուն կառավարում ջրատար հորիզոնների խիստ գերօգտագործմամբ առանձնացող տարածաշրջաններում՝ հաշվի առնելով կլիմայի փոփոխության ազդեցությունները» գիտաժողով

Հուլիսի 2-5, 2019

ԳԱԱ երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ, Երևան, Հայաստան



2019թ. հուլիսի 2-5-ը ՀՀ ԳԱԱ երկրաբանության ինստիտուտը Հելմհոլցի բնապահպանական հետազոտությունների կենտրոնի և Դարմշտադտի տեխնիկական համալսարանի հետ համատեղ Գերմանիայի կրթության և հետազոտությունների նախարարության աջակցությամբ իրականացրել է «Ջրային ռեսուրսների կայուն կառավարում ջրատար հորիզոնների խիստ գերօգտագործմամբ առանձնացող տարածաշրջաններում՝ հաշվի առնելով կլիմայի փոփոխության ազդեցությունները» գիտաժողով, հետևյալ թեմատիկ ուղղություններով.

- ջրային ռեսուրսների կառավարում,
- ջրօգտագործում,
- ջրային ռեսուրսների վրա կլիմայի փոփոխության ազդեցություն,
- հիդրոլոգիական և հիդրոերկրաբանական մոդելավորում,
- ջրի որակի գնահատում,
- ջրային տեղեկատվական համակագեր:

Թեզիսների հավաքածուն հասանելի է հետևյալ հղումով:

Գերմանիայից մասնակցել են Պրոֆ. Քրիստոֆ Շուեթ,

Դարմշտադտի տեխնիկական համալսարան https://www.geo.tu-darmstadt.de/.../mitarbeiter_details_geo_4...

Պրոֆ. Բերնդ Կլաուեր, Հելմհոլցի բնապահպանական հետազոտությունների կենտրոն <https://www.ufz.de/index.php?en=38771>

Կայ Կոնելեր, Հելմհոլցի բնապահպանական հետազոտությունների կենտրոն <https://www.ufz.de/index.php?en=40204>

Միքայել Շուբերտ, Հելմհոլցի բնապահպանական հետազոտությունների կենտրոն <https://www.ufz.de/index.php?en=38802>



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN

JUSTUS-LIEBIG-
UNIVERSITÄT
GIESSEN

"Էոլյան նստվածքները որպես անցյալի պալեոմիջավայրի փոփոխության արխիվ" միջազգային գիտաժողովի բացումը տեղի ունեցավ սեպտեմբերի 16-ին ՀՀ ԳԱԱ նախագահության կլոր դահլիճում, ՀՀ ԳԱԱ ԵԳԻ տնօրեն Խաչատուր Մելիքսեթյանի ելույթով, որին հաջորդեցին Դոմինիկ Ֆաուստի և Մարկուս Ֆուշի (Գերմանիա) ելույթները կապված էոլյան նստվածքների գերմանական ֆինանսավորման, ներկա և ապագա աշխատանքների և նախատեսվող հնարավոր ծրագրերի ներկայացմամբ: Այս ելույթներին հաջորդեցին գիտական զեկուցումները: Կոնֆերանսը շարունակվեց 17.09.2019թ, որի ընթացքում ներկայացվեց 30 զեկուցում, որից 2-ը հնագիտական ուղղվածության, 4-ը ներկայացվեցին պոստերների տեսքով, ևս 2 զեկույցներ հրավիրված մասնագետների (դր. Լևոն Եպիսկոպոսյան (մոլեկուլյար կենսաբանության ինստիտուտ) և դր. Համլետ Պետրոսյան (հնագիտության և ազգագրության ինստիտուտ) կողմից: Վերջում ներկայացվեց Հայաստանի տարածքի ընդհանուր երկրաբանությունը (զեկուցող՝ Լիլիթ Սահակյան) և 5-օրյա տեղային գիտական էքսկուրսիայի ուղիները (զեկուցող՝ Դանիել Վոլֆ): Տեղային էքսկուրսիայի ուղեցույցը տպագրվել է, հեղինակներն են (Daniel Wolf, Lilit Sahakyan, with contributions of T. Wolpert, Ch. Richter et al, 2019, 58 p.):

Գիտաժողովի 45 մասնակիցներից 39-ը արտասահմանից, 6-ը տեղացի մասնագետներ, ուսանողներ մասնակցել են նաև տեղային գիտական էքսկուրսիային: Էքսկուրսիան ներառում էր հնագիտական տեղավայրերի այցելություններ, ինչպես նաև էոլյան նստվածքների կտրվածքներ: Յուրաքանչյուր կտրվածքում ներկայացվել են կատարված աշխատանքները, որից հետո քննարկվել են ուսումնասիրման առաջարկությունները և ներկայացվել խորհուրդներ: Առաջին երկու օրերի այցելությունները իրականացվեցին Նոր Գեղի և Քաղսի հնագիտական տեղավայրերում, ինչպես նաև Քաղսի, Վարսեր, Իջևանում՝ Սևքար, Մարիգյուղ, Աչաջուր և BL (border line) կտրվածքներում, համանուն գյուղերի մոտ: Առաջին խումբը երրորդ օրվա տեղային էքսկուրսիան ավարտեց Գառնի-Գեղարդ այցելությամբ: Մշակութային այ-

ցելությունները ներառում էին նաև Մադմոսավանք և Սևանավանք համալիրները: Երթուղու ժամանակ մասնակիցներին մշտապես ներկայացվել է նաև Հայաստանի հարուստ երկրաբանությունը:

Երկրորդ տեղային գիտական էքսկուրսիան (20-22/09/2019թ) նախատեսում էր այցելություն Արցախի Հանրապետություն, որին մասնակցել են 19 օտարերկրյա և 7 տեղացի մասնագետներ (մեկը Արցախից), այդ թվում 5 ուսանողներ: ԱՀ-ում ներկայացվել են Սարսանգի, Մադավուզի, Լուսաձորի և Այգեստանի էոլյան կտրվածքները: Մասնակիցները այցելեցին Դադիվանք և Գանձասար համալիրներ: Կոնֆերանսի մասին Արցախ-1 հեռուստատեսությամբ հաղորդում, նկարահանվել և ցուցադրվել է երբ մասնակիցները գտնվում էին Լուսաձոր կտրվածքում:

Վերջին 5-րդ օրը, ՀՀ վերադարձի ճանապարհին, նախատեսված էր Տեղ գյուղի մոտ մերկացող էոլյան կտրվածքի ներկայացումը և Արենի-1 քարանձավ այցելությունը: Կոնֆերանսի շրջանակներում նոր համագործակցության հնարավորություններ առաջարկվեցին, կլիմայական փոփոխությունների ուսումնասիրություններն ավելի ընդգրկուն դարձնելու փաստարկներով:

Գիտաժողովը մասնակի ֆինանսավորվել է ԿԳՄՍ նախարարության Գիտության Կոմիտեի և ԱՀ Բեյս Մետալս հանքարդյունաբերական ընկերության կողմից:

Արտոբակությունից կարելի է ծանոթանալ հետևյալ հասցեով:
www.geology.am/files/conference%20book.pdf



2019թ. հոկտեմբերի 15-ին «**Բնագիտական թանգարանները՝ որպես գեոտուրիզմի զարգացման գործոն**» թեմայով միջազգային գիտաժողովը մեկնարկեց ՀՀ ԳԱԱ կյոռ դահլիճում: Այն նվիրված էր ՀՀ ԳԱԱ երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի Հովհաննես Կարապետյանի անվան երկրաբանական թանգարանի 80-ամյակին: Գիտաժողովի մասնակիցներին ողջունեց ՀՀ ԳԱԱ երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի տնօրեն Խաչատուր Մելիքսեթյանը: Առաջին օրը ներկայացվեցին 11 գիտական, երկրորդ օրը 16 հանրամատչելի զեկույցներ: Հոկտեմբերի 17-18 գիտաժողովը շարունակվել է մասնակիցների այցելությամբ թանգարաններ, ինչպես նաև Արարատի տրավերտինի հանքավայր, «Խոսրովի անտառ» պետական արգելոց, «Թռչունների» քարայր, «Սևան» ազգային պարկ: Գիտաժողովի կազմակերպմանն աջակցել են Շրջակա միջավայրի նախարարությունը, Երևանի քաղաքապետարանը, Հայաստանի

հանքագործների և մետալուրգների միությունը, Դի Վի Վի ինթերնեյշնալ կազմակերպությունը:

Գիտաժողովի նյութերը կարելի է վերբեռնել այս հասցեով.
www.geology.am/files/Geotourism%20Conference%20book,%2015-18.2019,%20Armenia.pdf

ԵԳԻ աշխատակիցների մասնակցությունը արտասահմանյան գիտաժողովներում

Գեոդինամիկայի և երկրաբանական վտանգների լաբորատորիայի վարիչ **Արա Ավագյանը** 2019թ.-ի սեպտեմբերի 18-19 ելույթով մասնակցել է Վրաստանի Բաթումի քաղաքում տեղի ունեցած AAPG կոնֆերանսին **“Discover Why the Black Sea, Caucasus, and Caspian Region is Heating Up with E&P Activity”**: Մասնակցությունը մասամբ ֆինանսավորվել է ԵԳԻ կողմից:

Avagyan A., Sosson M., Sahakyan L., Sheremet Y., Vardanyan S., Atalyan T. Tectonic development of the Ararat Basin, Lesser Caucasus, Armenia. The American Association of Petroleum Geologists, Batumi, Georgia, 18-19 September, p. 2019.

Գեոդինամիկայի և երկրաբանական վտանգների լաբորատորիայի աշխատակից, ասպիրանտ **Մեղա Ավագյանը Հռոմում ելույթով մասնակցել է 34-րդ միջազգային նստվածքաբանական գիտաժողովին՝ կազմակերպված նստվածքագետների միջազգային ասոցիացիայի և Հռոմի Սապիենզա համալսարանի Երկրի մասին գիտությունների դեպարտամենտի կողմից: Մասնակցությունը ֆինանսավորվել է ՀՀ ԳԱԱ-ի և ԵԳԻ կողմից:**

Ara Avagyan, Seda Avagyan, Tatul Atalyan Interacting geological hazards in the Sevan Lake basin, 7.G The sedimentary record of earthquakes, tsunamis, and other extreme/catastrophic events -Conference detailed scientific program - IAS_ROMA 2019, 10-13 September, page 36. Sapienza University, Italy, Rome <http://iasroma2019.org/>

ԵԳԻ պետրոլոգիայի և իզոտոպային երկրաբանության լաբորատորիայի վարիչ **Ղազար Գալոյանը**, ԵԳԻ տնօրեն **Խաչատուր Մելիքսեթյանը** մասնակցել են Բարսելոնայում (Իսպանիա) կայացած Goldschmidt-2019 գիտաժողովին ելույթով՝

Gh. Galoyan, S.-L. Chung, R. Melkonyan, Y.-H. Lee, L. Atayan, R. Khorenyan, A. Grigoryan, N. Avagyan. Neoproterozoic-Early Cambrian, Late Paleozoic and Late Jurassic granitoid magmatism on the N margin of Gondwana, Tsaghkunyats anticlinorium of Lesser Caucasus, Central-Northern Armenia.

Meliksetian K, Sargsyan L, Sugden P, Tseng T-L, Savov I, Navasardyan G & Grigoryan E. Spatial Geochemical Variations of Quaternary

Collision Related Volcanism of Armenia Linked with Seismic Data on Regional Crustal Thickness.

ԵԳԻ Երկրաբանական տեղեկատվական լաբորատորիայի վարիչ **Ալեքսանդր Առաքելյանը** և նույն լաբորատորիայի կրտսեր գիտաշխատող **Նարեկ Տարասյանը** 2019թ. հոկտեմբերի 14-18-ը ՀՀ ԳԱԱ ԵԳԻ ֆինանսավորմամբ մեկնել են Մոսկվա՝ Information Technologies in Earth Sciences and Applications for Geology, Mining and Economy (ITES&MP-2019) միջազգային կոնֆերանսին բանավոր զեկույցներով հանդես գալու նպատակով: Ա. Առաքելյանի զեկույցի վերնագիրն էր "Open Access to Spatial Data and Knowledge IN Earth Sciences through Virtual Geoscientific Environment for Armenia", Ն. Տարասյանինը՝ "On the Software of Landslide Real-Time Automated Monitoring System":

Թեզիսները տպագրվել են կոնֆերանսի ժողովածուում, <http://ites2019.sgm.ru>

ԵԳԻ տնօրեն **Խաչատուր Մելիքսեթյանը** և հրաբխագիտության լաբորատորիայի աշխատակիցներ **Մերի Միսակյանը** և **Գևորգ Նավասարդյանը** 2019թ. հուլիսի 18-21-ը մասնակցել են Վրաստանի Դուշեթի քաղաքում տեղի ունեցած «Գետտուրիզմի հնարավորությունները Հարավային Կովկասում անդրսահմանային համագործակցության համար» միջազգային գիտաժողովին: Քննարկվել են երկրում գետտուրիզմի զարգացման և ազգային գեոպարկերի հիմնադրման հնարավորությունները և այդ առումով անդրսահմանային համագործակցությունը: Բոլոր ծախսերը հոգացել է հրավիրող կողմը:

2019թ-ի Սեպտեմբերի 9–30 հրաբխագիտության լաբորատորիայի գիտաշխատող **Լիլիթ Գևորգյանը** Ճապոնիայի Կոտո քաղաքում մասնակցել է ՅՈՒՆԵՍԿՕ-ի ղեկավարությամբ Ռիտցումեյկան համալսարանում կազմակերպված «Պատմամշակութային օջախների աղետների կառավարումը» թեմայով միջազգային ծրագրին: Մասնակցության բոլոր ծախսերը իրականացվել է ՅՈՒՆԵՍԿՕ-ի կողմից: Ծրագիրը նախատեսված է աղետների կառավարման մասնագետներին ծանոթացնելու մշակութային օջախների խիստ առանձնահատուկ խնդիրներին, ինչի համար կազմակերպված էին հանդիպումներ Ճապոնիայի աղետների կառավարման տեղական և ազգային ծրագրերի համակարգողների հետ: Ծրագրի ընթացքում Լիլիթ Գևորգյանը ներկայացրել է ԵԳԻ Երկրաբանական թանգարանը, խնդիրներն ու կարևորությունը: Արդյունքում հրավիրող մասնագետների հետ միասին մշակվել է Երկրաբանական թանգարանի աղետների կառավարման պլան, որի արդյունքները ներկայացվել են ԵԳԻ Երկրաբանության թանգարանի 80-ամյակին նվիրված «Բնագիտական թանգարանները որպես գետտուրիզմի զարգացման գործոն» գիտաժողովում:

Ս.թ. հոկտեմբերի 30-ից մինչև նոյեմբերի 1-ը Անկարայի պետական համալսարանում տեղի ունեցավ «Caucasus Mountain forum 2019»

գիտաժողովը, որին մասնակցեցին 14 երկրի՝ Հայաստանի, Վրաստանի, Ադրբեջանի, Ռուսաստանի Դաշնության, Իրանի, Նորվեգիայի, Շվեյցարիայի, Իտալիայի, Ավստրիայի, Էստոնիայի, Ուկրաինայի, Մեծ Բրիտանիայի, Սլովենիայի, Թուրքիայի ներկայացուցիչներ: ԵԳԻ-ից մասնակցել են **Միքայել Գևորգյանը, Հայկ Իգիթյանը, Էլյա Սահակյանը, Լիլիթ Գևորգյանը, Սուրեն Առաքելյանը**: Միջոցառման ընթացքում զեկուցումները նվիրված էին Կովկասյան տարածաշրջանի սոցիալ-տնտեսական զարգացումներին, ջրային ռեսուրսների և մյուս էկոհամակարգերի պահպանմանը, սահմանային խնդիրներին, կլիմայի փոփոխությանը, կրթության և կայուն զարգացմանը, զբոսաշրջության զարգացմանը, կենսաբազմազանությանը և այլ հիմնահարցերին:

ԵԳԻ աշխատակիցների մասնակցությունը արտասահմանում կրթական ծրագրերին

2019թ.-ի մայիսի 30-ից հունիսի 10-ը Գեոարխետոլոգիայի և գեոմոնիթորինգի լաբորատորիայի գիտաշխատող **Հայկ Իգիթյանը** «Նիպպոն Կոեի» ընկերության հրավերով այցելել է Ճապոնիա, գետային նստվածքների կուտակման օրինաչափությունների, կառավարման և հնարավոր հեղեղներից պաշտպանման բնագավառում Ճապոնիայի մշակած և լայն կիրառում ունեցող նոր մեթոդաբանությանը ծանոթանալու համար: Մինչ այդ կազմակերպության աշխատակիցների հետ իրականացվել են աշխատանքներ Ազատ գետի նստվածքակուտակման օրինաչափությունները, գետի հնարավոր վարարումները, ջրի մակարդակի սեզոնային փոփոխությունները պարզելու նպատակով:

Առաջարկվել են նոր մոտեցումներ Ճապոնացի գործընկերների հետ Հայաստանում նմանատիպ ուսումնասիրությունների համար: Այցելության ընթացքում տեղի է ունեցել Ճապոնիայի Միջազգային Համագործակցության Ընկերության ներկայացուցչի հետ հանդիպում, ով դրական է գնահատել ծրագիրը:

2019թ.-ի հունիսի 17-28 **Հայկ Իգիթյանը** մասնակցել է Ժնևի Համալսարանի Բնապահպանական Գիտությունների Ֆակուլտետի և Միացիալ Ազգերի Կազմակերպության բնապահպանական ծրագրերի բաժնի կողմից կազմակերպված «Գեոմատիքս կայուն շրջակա միջավայրի համար» խորագրով վերապատրաստման ծրագրին: Ծրագրին մասնակցության դրամաշնորհը տրվել է Ժնևի համալսարանի կողմից, իսկ ճանապարհածախսը և կեցության ծախսերը ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտը: Վերապատրաստմանը ներկայացվել են նոր ծրագրային և համակարգչային մոտեցումներ, որոնցով առավել արդյունավետ կարելի է լուծել երկրաբանական և բնապահպանական խնդիրները: Նմանատիպ ծրագրերից է InVEST-ը, որը թույլ է տալիս կլիմայի փոփոխությունից կախված հաշվարկել էկոհամա-

կարգային ծառայությունները և մշակել հետևանքների մեղմման ռազմավարությունը: Ծրագրի ավարտին Ժնևի Համալսարանի Բնապահպանական Գիտությունների Ֆակուլտետի դեկանի և Միացիալ Ազգերի Կազմակերպության բնապահպանական ծրագրերի բաժնի ներկայացուցիչների հետ քննարկվել են ՀՀ-ում ստացված գիտելիքների ներդրման, համատեղ ծրագրերի մշակման և Ժնևի համալսարանի ֆոնդից ֆինանսավորում ստանալու հարցերը:

ԵԳԻ Լիթուոգիայի և ռեգիոնալ երկրաբանության լաբորատորիայի աշխատակից **Քրիստինա Սահակյանը** 2019 թվականի սեպտեմբերի 30-ից հոկտեմբերի 4-ը մասնակցել է Գերմանիայի Էրլանգեն քաղաքի համաժողովում համալսարանում տեղի ունեցած «International Course of Organofacies Analysis - Sedimentary Organic Matter - Principles & Applications» կրթական ծրագրին: Ծրագիրը նախատեսված էր նրանց համար, ովքեր հետաքրքրված են նստվածքային ապարներում օրգանական նյութերի ուսումնասիրությամբ: Դասընթացը բաղկացած էր դասախոսություններից և մանրադիտակային լաբորատոր աշխատանքներից: Ծրագրի կազմակերպիչը Գերմանիայի Հայդելբերգ քաղաքում գտնվող GeoResources STC կենտրոնի գլխավոր երկրաբան Դր. Հարտմուր Յեգան է:

Այցելությունը մասամբ ֆինանսավորվել է ԵԳԻ կողմից: Ծրագրի ընթացքում ուսումնասիրվել են նաև Արցախի Քարին Տակ քարանձավի փիթի արևելյան պատից վերցված նմուշների ծաղկափոշին՝ պալեոմիջավայրի վերականգնման համար:

2019 թվականի նոյեմբերի 24-ից դեկտեմբերի 14-ը ԵԳԻ Լիթուոգիայի և ռեգիոնալ երկրաբանության լաբորատորիայի կրտսեր գիտաշխատող **Հայկ Հովակիմյանը** գործուղվել է Բուլղարիայի Գիտությունների Ակադեմիա, Երկրաբանության Ինստիտուտ (պրոֆեսոր Նադիա Օգնյանովա Ռումենովայի հետ համատեղ), դիատոմային ջրիմուռների ուսումնասիրություններ իրականացնելու համար: Ուղևորությունը ֆինանսավորվել է Գյուլբենկյան հիմնադրամի և ԵԳԻ կողմից:

ԵԳԻ հրաբխագիտության լաբորատորիայի աշխատակից **Մերի Միսակյանը** 2019 թվականի նոյեմբեր 18-ից դեկտեմբեր 17-ը գործուղվել է Գերմանիա (Գիսենի, *Յուստուս Լիբիգի համալսարան*) «Գեոպարկերը խաղաղության համա՞ր. Գետտուրիզմի հնարավորությունները Հարավային Կովկասում անդրսահմանային համագործակցության համար» DAAD ծրագրի շրջանակներում:

Նպատակը՝ տեսական և գործնական ներդրում ունենալ ծրագրին առնչվող նպատակներում՝ կապված գեոպարկերի հիմնադրման և կառավարման հետ, հատուկ ուղղվածությամբ անդրսահմանային գեոպարկերի վրա: Բոլոր ծախսերը հոգացել է հրավիրող կողմը:

**ՌԱՖԻԿ ՏԻԳՐԱՆԻ ՄԻՐԻՋԱՆՅԱՆ
(1932-2019)**



2019թ. նոյեմբերի 9-ին կարճատև հիվանդությունից հետո վախճանվեց ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի վաստակաշատ գիտնական, կիրառական երկրաֆիզիկայի ոլորտի ճանաչված մասնագետ, ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի ավագ գիտաշխատող, երկրաբանա-հանքաբանական գիտությունների թեկնածու Ռաֆիկ Տիգրանի Միրիջանյանը: Ռ.Միրիջանյանը ծնվել է 1932թ. նոյեմբերի 11-ին, Գյումրի (Լենինական) քաղաքում: 1956թ. ավարտել է Երևանի պետական համալսարանի երկրաբանական ֆակուլտետի երկրաֆիզիկայի բաժինը և իր աշխատանքային գործունեությունը սկսել Հայաստանի Երկրաբանական վարչության համակարգում: 1976թ. պաշտպանել է թեկնածուական ատենախոսությունը և ստացել երկրաբանա-հանքաբանական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճան:

1956-89թթ. եղել է ՀՀ երկրաբանական վարչության երկրաբանա-երկրաֆիզիկական արշավախմբի գլխավոր երկրաֆիզիկոս, 1989-94թթ.՝ ՀՀ հանքային ռեսուրսների նախարարության ռեգիոնալ երկրաբանության, երկրաֆիզիկայի, նավթի ու գազի վարչության պետ, 1995-2000թթ.՝ ՀՀ արտակարգ իրավիճակների վարչության ճգնաժամային կառավարման հարցերի ինստիտուտի դոցենտ:

2003թ.-ից աշխատել է ՀՀ ԳԱԱ ԵԳԻ-ում որպես ավագ գիտաշխատող:

Բարձր պրոֆեսիոնալիզմ և բարեխիղճ աշխատանք, սրանք այն կարևոր գծերն են, որոնք մեծ հարգանք ու հեղինակություն են բերել Ռ.Միրիջանյանին:

Լայն են նրա գիտական հետազոտությունների շրջանակները՝ ընդհանուր երկրաֆիզիկա, հորատանցքային, միջուկային երկրաֆիզիկա, երկրաջերմություն, սեյսմաբանության որոշ հարցերի երկրաֆիզիկական մեկնաբանումներ և այլն:

Նշանակալի է Ռ.Միրիջանյանի գիտական ու արտադրական գործունեությունը ընդերքի հետազոտման ու ուսումնասիրության ոլորտներում: Հանրապետության տարածքում հորատանցքերի երկրաբանա-

կան կտրվածքների երկրաֆիզիկական ուսումնասիրությունների հիմնադիրներից ու կազմակերպիչներից է: Անմիջական մասնակցություն է ցուցաբերել մետաղային օգտակար հանածոների, հանքային ու քաղցրահամ ջրերի, խորքային երկրաբանական կառույցների, նավթի ու գազի կուտակումների որոնողական և հետախուզական հորատանքների ուսումնասիրման երկրաֆիզիկական մեթոդների ներդրման ու կիրառման, արդյունքների երկրաբանական մեկնաբանմանն առնչվող աշխատանքներում:

Ակնհայտ է Ռ.Միրիջանյանի ավանդը Հայաստանում միջուկային երկրաֆիզիկայի ծավալման գործում, հատկապես կտրվածքներում նեյտրոնային մեթոդներով ածխաջրածինների հայտնաբերման, ինչպես նաև բնական վիճակում լեռնային փորվածքների պատերին ու առանձին նմուշներում փնտրվող օգտակար տարրերի առկայության ու պարունակության ճառագայթաչափային մեթոդներով որոշման ոլորտներում: Լայն ճանաչում ունեն Ռ.Միրիջանյանի ընդերքի ջերմությանը վերաբերվող ուսումնասիրությունները. Հայաստանի երկրաջերմային պայմանների նկարագրություն, ջերմային դաշտերի բնութագրեր, չափորոշիչների բաշխման օրինաչափությունների բացահայտումներ, երկրաջերմային հանքավայրերի որոնման հեռանկարների գնահատումներ:

Ուշադրության է արժանի Ռ.Միրիջանյանի մասնակցությունը Մերձերևանյան շրջանի աղաբեր նստվածքների սահմաններում ստորգետնյա գազային շտեմարանների որոնման, ինչպես նաև շինարարության ու շահագործման ընթացքում տեխնոլոգիական վերահսկման երկրաֆիզիկական մեթոդների մշակման և իրականացման աշխատանքներում: Ցանկացած երկրի համար, իսկ հանածո վառելիքաէներգետիկ ռեսուրսներից զուրկ Հայաստանի համար հատկապես, գազամբարների առկայությունը դժվար է գերազնահատել: Հայաստանի անկախացումից հետո Ռ.Միրիջանյանը մատուցել է փորձագիտական ու խորհրդատվական ծառայություններ Համաշխարհային Բանկին, մի շարք արտերկրյա ընկերությունների, որոնք Հայաստանում նավթի ու գազի, երկրաջերմային էներգիայի ռեսուրսների գնահատմանն ու հանքավայրերի որոնմանն ուղղված գործունեություն են ծավալել: Ռ.Միրիջանյանը ավելի քան 30 գիտական հոդվածների հեղինակ է, որոնցից շատերը ունեն ոչ միայն գիտական, այլ նաև կիրառական նշանակություն: 1979-2018թ. Ռ.Միրիջանյանը եղել է ՀՀ ԳԱԱ Գիտություններ Երկրի մասին տեղեկագրի խմբագրական կոլեգիայի անդամ:

Նա երկար տարիներ դասավանդել է Երևանի պետական համալսարանի երկրաբանական ֆակուլտետում և մեծ ավանդ ունեցել երկրաֆիզիկայի ոլորտի բարձրորակ կադրերի պատրաստման գործում: Այսօր նրա սաներից շատերը երկրաֆիզիկայի ոլորտի ճանաչված մասնագետներ են:

ՀՀԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ
ՀՀԳԱԱ «Գիտություններ Երկրի մասին» տեղեկագրի խմբագրություն

ԲՆԱԳՐԻ ԶԵՎԱՎՈՐՄԱՆ ԿԱՆՈՆԵՐԸ

1. Հայաստանի Հանրապետության Գիտությունների Ազգային Ակադեմիայի “Գիտություններ Երկրի մասին” տեղեկագրում հրատարակվում են Հայաստանում և արտասահմանյան երկրներում **երկրաբանության, երկրաֆիզիկայի, սեստրոգիայի, լեռնային գործի, էկոգեոքիմիայի, ֆիզիկական աշխարհագրության** և Երկրի մասին գիտությունների այլ ասպարեզներում տարվող տեսական, փորձարարական և կիրառական հետազոտությունների արդյունքները:

Հոդվածները ներկայացվում են հայերեն, ռուսերեն կամ անգլերեն լեզվով, տպագրության համար պատրաստ վիճակում, հրատարակման թույլտվության և ուղեկցող նամակի հետ միասին: Տեղեկագրում բոլոր հրատարակումները առանց հոնորարի են:

2. Հոդվածի ծավալը, ներառյալ պատկերները, որոնց թիվը չպետք է անցնի 3-ից, ներառյալ “ա”, “բ” և այլն, աղյուսակները, ամփոփագիրը, օգտագործված գրականության ցանկը, պետք է կազմի մոտ 12 էջ: Տեքստը անհրաժեշտ է պատրաստել Microsoft Word-ով GHEA GRAPALAT տառատեսակի օգտագործմամբ, 12 չափով և 1.5 ինտերվալով, առանց տողադարձերի: Դաշտերը պետք է լինեն. Ձախից՝ 3սմ, վերևից և ներքևից՝ 2.5 սմ և աջից՝ 1 սմ: Հոդվածը ներկայացվում է 2 օրինակով, յուրաքանչյուրը հեղինակի (հեղինակների) ստորագրությամբ և էլեկտրոնային տարբերակով, CD սկավառակի վրա:

Պատկերները, լուսանկարները և աղյուսակները, համարակալման և բացատրագրերի հետ միասին, պետք է լինեն սև-սպիտակ, A4 ֆորմատից ոչ մեծ և պարզ ընթերցելի: Պատկերների համակարգչային տարբերակները պետք է լինեն *.bmp, *.tif կամ *.pcx ֆորմատներով, 200-600 dpi ընդարձակմամբ (կետ/դյույմ):

3. Հեղինակները պետք է հետևեն ամսագրերում հոդվածների տպագրման ընդունված կարգին. հոդվածի վերնագիրը, հեղինակի (հեղինակների) անվան- հայրանվան սկզբնատառերը և ազգանունը (ազգանունները), կազմակերպությունը և հասցեն, ներառյալ E-mail-ը (եթե համահեղինակները տարբեր կազմակերպություններին են, բերվում են բոլորի հասցեները՝ կապակցված աստղանիշով), հոդվածի անոտացիան (8-10 տող), հիմնաբառերը (7-9 բառ): Ապա հետևում են հոդվածի հիմնական տեքստը, **պարտադիր նշելով հոդվածի տպագրման նպատակը և գիտական նորությունը**, ամփոփագիրը ռուսերեն (հայերեն) լեզվով և անոտացիան անգլերեն լեզվով:

4. Օգտագործված գրականությունը բերվում է ընդհանուր ցուցակով՝ **առանձին էջի վրա**: Հեղինակների ազգանունները գրվում են այբբենական կարգով (առաջինը՝ հոդվածի լեզվով, ապա հայերեն կամ ռուսերեն, վերջում՝ արևմտաեվրոպական լեզուներով): Տեքստում մեջբերվող հղումը բերվում է կլոր փակագծերում, հեղինակի միայն ազգանվան նշմամբ, բնօրինակի լեզվով, եթե հեղինակները երկուսից ավելի են, նշվում է առաջին համահեղինակի ազգանունը և այլն, ապա՝ հրապարակման տարին:

5. Մեջբերվող գրականության ցանկը ձևավորվում է հետևյալ կերպ. ա) գրքերի համար նշվում են հեղինակի (հեղինակների) ազգանունը և անվան-հայրանվան սկզբնատառերը, հրատարակման տարեթիվը, գրքի լրիվ անվանումը, որտեղ է հրատարակվել, հրատարակչությունը, էջերի քանակը; բ) ամսագրային հոդվածների համար՝ հեղինակի (հեղինակների) ազգանունը և անվան-հայրանվան սկզբնատառերը, հրատարակման տարեթիվը, հոդվածի լրիվ անվանումը, ամսագրի անվանումը՝ համաձայն ընդունված հապավումների, հատորը, ամսագրի կամ թողարկման համարը, էջերը; գ) գրքերում (հավաքածուներում) զետեղված հոդվածների համար՝ հեղինակի (հեղինակների) ազգանունը, անվան-հայրանվան սկզբնատառերը, հրատարակման տարեթիվը, գրքում հոդվածի լրիվ անվանումը (....., գրքում), գրքի անվանումը, որտեղ է հրատարակվել, հրատարակչությունը, էջերը; դ) սեղմագրերի համար՝ հեղինակի ազգանունը, անվան-հայրանվան սկզբնատառերը, ատենախոսության անվանումը՝ համաձայն ընդունված հապավման (օրինակ՝ երկրաբ.-հանր.գիտ.թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության սեղմագիր), քաղաքը, կազմակերպությունը, որտեղ կայացել է պաշտպանությունը, տարեթիվը, էջերի քանակը:

6. Թվարկված պահանջներին չբավարարող հոդվածները չեն ընդունվում:

7. Մրբագրումից հետո լրացումներ չեն արվում:

8. Խմբագրության կողմից հոդվածի մերժման դեպքում հեղինակին վերադարձվում է բնագրի 1 օրինակը և խմբագրությունն իրեն է վերապահում հոդվածի մերժման պատճառների մասին բանավեճ չվարելու իրավունքը:

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСИ

1. В журнале сер. “Науки о Земле” Известий Национальной Академии наук Республики Армения публикуются результаты теоретических, экспериментальных и прикладных исследований, проводимых в Армении и зарубежных государствах в области **геологии, геофизики, сейсмологии, горного дела, экогеохимии, физической географии** и в других направлениях наук о Земле. Статьи представляются на армянском, русском или английском языке в окончательно подготовленном виде вместе с сопроводительным письмом и разрешением на опубликование. Все публикации в журнале безгонорарные.

2. Объем статьи, вместе с иллюстрациями, число которых не должно превышать 3, включая “а”, “б” и т.д., таблицами, резюме, библиографией должен составлять около 12 страниц. Текст должен быть подготовлен в редакторе Microsoft Word с использованием шрифтов TIMES NEW ROMAN размером 12 и распечатан в интервале 1.5, без переносов с полями (слева – 3.0 см, сверху, снизу – 2.5 см, а справа – 1.0 см). Статья представляется в 2-х экземплярах распечатки, подписанных авторами, а также в электронной версии на диске CD.

Рисунки, фотографии и таблицы вместе с нумерацией и подписью должны быть черно-белыми, форматом А4 и четко выполнены. Компьютерный вариант рисунков должен быть в формате *.bmp, *.tif или *.pcx с разрешением 200-600 dpi (точек на дюйм). Подписи прилагают на отдельной странице и оформляются согласно требованиям.

3. Авторам следует придерживаться общепринятой в журнале схемы статьи: название статьи, инициалы и фамилия автора (авторов), организация и адрес, включая E-mail (если соавторы из разных организаций, то приводятся адреса всех, привязанные сносками через звездочку); аннотация статьи (8-10 строк), после аннотации ключевые слова (7-9 слов), основная часть текста, **с обязательным указанием цели и научной новизны статьи**, резюме на русском (армянском) языке и аннотация на английском языке.

4. Литература приводится общим списком **на отдельной странице**. Фамилии авторов располагаются по алфавиту (вначале на языке статьи, затем армянские или русские, в конце западноевропейские). В тексте ссылка на литературу приводится в круглых скобках с указанием фамилии автора без инициалов, в оригинальной транскрипции, а если авторов более двух, то указывается фамилия первого соавтора и др., затем год издания.

5. Список цитируемой литературы оформляется следующим образом: а) для книг указывают фамилию автора (авторов) и инициалы, год издания, полное название книги, место издания, издательство, количество страниц; б) для журнальных статей – фамилия и инициалы автора (авторов), год издания, полное название статьи, название журнала согласно принятому сокращению, номер тома, номер журнала или выпуска, страницы; в) для статей в книгах (сборниках) – фамилия и инициалы автора (авторов), год издания, полное название статьи в книге (пишется В кн.: “.....”), название книги, место издания, издательство, страницы; д) для авторефератов – фамилия и инициалы автора, название со ссылкой согласно принятому сокращению (Автореф. дисс. на соиск.уч.ст.канд. или доктора наук), город, организация, где состоялась защита, год, количество страниц.

6. Статьи, не отвечающие перечисленным требованиям, не принимаются.

7. Дополнения в корректуру не вносятся.

8. В случае, если статья отклонена редакцией, автору возвращается один экземпляр рукописи, и редакция оставляет за собой право не вести дискуссию по мотивам ее отклонения.

MANUSCRIPT PREPARATION GUIDELINES

1. Earth Sciences Series journal of the Proceedings of the National Academy of Sciences of the Republic of Armenia publishes results or theoretical, experimental and applied research conducted in Armenia and abroad in the field of **geology, geophysics, seismology, engineering seismology, mining, eco-geochemistry, physical geography, etc.** **Articles are submitted** in Armenian, Russian, or English as finally ready manuscripts enclosed with a cover letter and letter or authorization for publishing. All publications in the journal do not provide for any royalties.

2. Article volume, including maximum 3 illustrations with a, b, etc., tables, abstract, and list of references, shall total to about 12 pages. Texts shall be prepared in Microsoft Word editor with 12-point TIMES NEW ROMAN and printed 1.5-spaced without hyphenation. Text margins shall be set 3.0 from the left, by 2.5 cm from the bottom and top, and 1.0 cm from the right. Article manuscript shall be submitted in two printed copies signed by the authors, and as an electronic copy on CD disk.

Figures, photos and tables, numbered and with captions, shall be black-and-white in A4 format and of good quality. Electronic version of figures shall be in *.bmp, *.tif or *.pcx format with resolution of 200-600 dpi (dots per inch). Figure captions are attached on a separate page and formatted according to the requirements.

3. Authors shall adhere to the following template common for all articles in the journal: article title, initials and surname of author(-s), affiliation and address, including e-mail (if authors have different affiliations, asterisked addresses for all must be placed in the footnote), abstract (about 8-10 lines), key words (7-9 words), body text with **mandatory indication of the purpose and scientific novelty** of the article, summary in Russian (Armenian) and abstract in English.

4. References should be listed on a **separate sheet**. The authors' surnames should be given alphabetically in the origin language of the article and followed by the Armenian or Russian, and then by the West-European). All citations in the text should have references in parentheses and include author's surname without initials, in original transcription and the year of publication. In case of two and more authors, the first author's surname followed by *et al* and the year of publication should be provided.

5. List of References is formatted as follows: a) author(s)' surname(s) and initials, year of publication, complete title, place of publication, publisher and number of pages are given for books; b) author(s)' surname(s) and initials, year of publication, complete article title, journal title in standard abbreviation, volume number and issue number, followed with number of pages, are given for journal articles; c) author(s)' surname(s) and initials, year of publication, complete article title followed by "In: " ... book title...", place of publication, publisher and number of pages are given for articles in books (article volumes); d) author's surname and initials, title and standard abbreviation for thesis abstracts (thesis abstract for the degree of Candidate, or Doctor of Geology and Mineralogy), year, city, thesis defense institution, and number of pages.

6. Articles not meeting the listed requirements are not accepted.

7. No additions are introduced into proofs.

8. If an article is rejected by editors, one copy of manuscript is returned to the author and editors reserve the right not to enter into discussion on the reasons for such rejection.

Подписано к печати 04.12.2019 г. печ. л. 6,25. Заказ N 984

Бумага офсетная 1. Тираж 150 экз. Цена договорная.

Издательство "Титутюн" НАН РА. 0019, Ереван, пр.Маршала Баграмяна, 24г.