

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 0515-961X

ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ
НАУКИ О ЗЕМЛЕ
EARTH SCIENCES



2016

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

Գլխավոր խմբագիր՝
Ռ.Տ. ՋՐԲԱՇՅԱՆ

Պատասխանատու քարտուղար՝
Ռ.Ս. ՄՈՎՍԵՅԱՆ

Խմբագրական կոլեգիա՝
Ա.Վ. ԱՎԱԳՅԱՆ, Ա.Հ. ԱՂԻՆՅԱՆ, Հ.Ռ. ԲԱԴԴԱՍԱՐՅԱՆ,
Գ.Ա. ԳԱԲՐԻԵԼՅԱՆՑ, Ս.Վ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Է.Ե. ԽԱՉԻՅԱՆ, Ա.Ս. ԿԱՐԱԽԱՆՅԱՆ,
Ս.Ս. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Խ.Բ. ՄԵԼԻՔՍԵԹՅԱՆ, Ռ.Լ. ՄԵԼԿՈՆՅԱՆ,
Ռ.Տ. ՄԻՐԻՋԱՆՅԱՆ, Ս.Ն. ՆԱԶԱՐԵԹՅԱՆ, Լ.Հ. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ

Главный редактор
Р.Т. ДЖРБАШЯН

Ответственный секретарь
Р.С. МОВСЕСЯН

Редакционная коллегия
А.В. АВАГЯН, А.О. АГИНЯН, А.Р. БАГДАСАРЯН,
Г.А. ГАБРИЕЛЯНЦ, С.В. ГРИГОРЯН, А.С. КАРАХАНИЯН,
Х.Б. МЕЛИКСЕТАН, Р.Л. МЕЛКОНЯН, Р.Т. МИРИДЖАНИЯН,
С.Н. НАЗАРЕТЯН, С.М. ОГАНЕСЯН, Э.Е. ХАЧИЯН, Л.З. ОГАНЕСЯН

Editor in Chief
R.T. JRBASHYAN

Senior Secretary
R.S. MOVSESYAN

Editorial Board
A.V. AVAGYAN, A.H. AGHINYAN, H.R. BAGHDASARYAN,
G.A. GABRIELYANTS, S.V. GRIGORYAN, S.M. HOVHANNISIAN,
A.S. KARAKHANYAN, E.Y. KHACHIAN, Kh.B. MELIKSETIAN, R.L. MELKONYAN,
R.T. MIRIJANYAN, S.N. NAZARETYAN, L.Z. HOVHANNISIAN

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
Известия НАН РА, Науки о Земле, 2016

**ՀՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ**

ԹԻՎ 3	ՀԱՏՈՐ 69	2016
--------------	-----------------	-------------

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Աղամալյան Վ.Ա. Հախումի բյուրեղային զանգվածի պալեոզոյան մետամորֆային համալիրի պետրոլոգիան	3
Մաթևոսյան Ա.Կ. Երկրաէլեկտրական միջավայրի սկզբնական լիցքավորվածության արտացոլումը էլեկտրապրոֆիլացման արդյունքների վրա	15
Հովհաննիսյան Ս.Ռ. Տեկտոնական երկրաշարժերի կազմավորվող օջախների պարամետրերի որոշման ալտերնատիվ մեթոդ	24
Թովմասյան Ս. Վ., Գյուրջյան Ն. Խ., Մարգարյան Ա. Ա., Վասիլյան Ա. Լ. Եղվարդի ջրամբարի գեոդեզիական չափագրման աշխատանքները	33

ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԿՈՐՈՒՍՏՆԵՐ

Վարապետյան Աշոտ Իլյի (1935 - 2016)	42
Վարապետյան Սերգեյ Հայկի (1932 - 2016)	45

СОДЕРЖАНИЕ

Агамалян В.А. Петрология палеозойского метаморфического комплекса Ахумского кристаллического массива	3
Матевосян А.К. Отражение исходной заряженности геоэлектрической среды на результатах электропрофилирования	15
Оганесян С.Р. Альтернативный метод определения параметров образующихся очагов тектонических землетрясений	24
Товмасян С. В., Гюрджян Н. Х., Маргарян А. А., Василян А. Л. Геодезические работы на водохранилище Егхвард	33

ПОТЕРИИ НАУКИ

Կարապետյան Աշոտ Իլյեովիչ (1935 – 2016)	42
Կարապետյան Սերգեյ Գայկովիչ (1932 – 2016)	45

TABLE OF CONTENT

Aghamalyan V. A. Petrology of the paleozoy metamorphic complex of the Hachume crystalline massif	3
Matevosyan A.K. Reflections of initial charge geoelectric media for results	15

of electrical profiling	24
Hovhannisyan S. R. An alternative method for definition of the parameters of forming sources of tectonic earthquakes	33
Tovmasyan S. V., Gyurjyan N. Kh., Margaryan A. A., Vasilyan A. L. Geodetic measurements on the Yeghvard reservoir	
LOSSES OF SCIENCE	42
Karapetyan Ashot Iloe (1935 - 2016)	45
Karapetyan Sergey Hayk (1932 - 2016)	

ПЕТРОЛОГИЯ ПАЛЕОЗОЙСКОГО МЕТАМОРФИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА АХУМСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА

© 2016 г. В.А. АГАМАЛЯН

*Институт геологических наук НАН РА
0019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна 24а, Республика Армения
Поступила в редакцию 09.03.2016 г.*

В статье впервые публикуются петрографическая характеристика, петрохимические и геохимические особенности метаморфического комплекса Ахумского и Асрикского выходов герцинского кристаллического фундамента Сомхето-Карабахской тектонической зоны Южного Кавказа. На этом основании рассматриваются условия осадконакопления исходных отложений сланцев, как образованных за счет метаморфизма песчано-глинистых отложений с примесью кремния, а также установлены условия метаморфизма герцинского фундамента, соответствующие кварц-альбит-мусковит-биотитовой субфации эпидот-амфиболитовой фации. Впервые рассмотрены выявленные палеозойские офиолиты в пределах Ахумского массива.

Введение

Настоящая статья является органическим продолжением статьи (Агамалян, 2015), где была представлена детальная геология Ахумского и Асрикского массивов с представлением крупномасштабной геолого-петрографической карты, разрезов и стратиграфической колонки. Сведения о петрологических особенностях палеозойского фундамента СВ Армении были помещены в рукописной работе автора (Агамалян, 1998). Данная работа является первым систематическим исследованием петрологии Ахумского массива, где приводятся петрографическое описание слагающих свит метаморфических сланцев, их структурно-тектурные особенности, количественно-минеральный состав и химический состав с нанесением на петрохимическую диаграмму для осадочных пород по определению протолитов метаморфических пород по Симонену-Предовскому (Предовский, 1980). Добавлена также геохимическая характеристика палеозойского метаофиолита с ICP-XRF анализом, выполненным в Австрии Францем Майрингером в Зальцбургском университете рентгено-флуорисцентным методом на приборе Bruker Instrument S4 Explorer с Rh-трубкой мощностью в 4 kW.

Общие сведения

Герцинский кристаллический фундамент обнажается на территории Армении в ядре Бердского антиклинория Сомхето-Карабахской тектонической зоны, слагая Ахумский кристаллический массив и небольшой выход по соседству по реке Асрик в Азербайджане, а также Локский, Храмский и Дзирульский массивы в Грузии. Указанные кристаллические массивы являются выходами герцинского фундамента южной части Евразии. В геологическом описании Ахумского массива (Агамалян, 2015), по ре-

зультатам детального картирования и составления послойных разрезов сланцевая толща была подразделена на 4 свиты, названные по литологическому составу: свита микрогнейсов, свита мусковит-кварцитовых сланцев, свита графитоносных сланцев и метаофиолитовая свита. Ниже приводятся петрографическая характеристика, петрохимия, геохимия и метаморфизм пород герцинского фундамента. Сланцы Асрикского массива идентичны сланцам Ахумского массива и специально характеризуются лишь на петрохимической диаграмме (рис.1) для сравнения со сланцами Ахумского массива

Петрография

Свита микрогнейсов. В пределах этой свиты выделяются следующие разности: а) кварц-плагиоклаз-мусковитовые и б) кварц-плагиоклаз-хлоритовые микрогнейсы, которые проявляют взаимные переходы. Текстура пород параллельно-кристаллическая, размер зерен колеблется от 0,1 до 0,3мм. Структура лепидобластовая.

Таблица 1

Количественно-минеральный состав микрогнейсов (объ.%)							
Обр.	Кв	Пл	Му	Хл	Бт	Гф	Рудн.
2753	64	20	15	1	-	+	-
2744	61	25	10	2	-	-	2
2785	65	20	10	1	2	2	-
2762	40	25	20	-	-	-	10
2774	54	12	7	-	-	-	-
2782	48	20	15	7	8	2	-
2783	58	7	35	-	-	-	-
2786	45	-	-	-	-	-	5
2788	94	-	-	-	1	-	2
2820	15	14	30	-	-	-	-
2832	60	-	20	-	-	-	-
2833	65	-	25	5	-	-	-
2761	43	15	20	15	-	2	-
2759	32	40	15	10	-	-	3
2792	73	10	5	-	-	-	2
2793	30	65	-	5	-	-	-
2798	15	30	20	15	-	-	-
3290	80	5	15	-	-	-	-
2760	30	18	-	45	5	-	2

Имеются выделения округлой формы и мелкочешуйчатого строения, огибаемые основной тканью сланца, придающие породе порфиروبластовый облик, в котором порфиробласты сложены смесью тонкочешуйчатого серицита, хлорита, часто новообразованиями альбита и смеси альбита и

мусковита. Главные минералы представлены кварцем, мусковитом, альбитом, хлоритом и биотитом.

Псевдоморфозы выполнены серицитом, хлоритом и карбонатом. В некоторых шлифах присутствует биотит. В качестве примеси присутствует графитовая пыль, которая образует извилистые плейчатые скопления.

Акцессорные минералы представлены в виде мелких округлых выделений циркона, апатита размером 0,1мм, реже рутила - до 0,2мм, а также зернами пирита, лимонитизированные выделения которого достигают до 2мм. Количественно минеральный состав пород свиты микрогнейсов приводится в табл. 1.

Свита мусковит-кварцитовых сланцев. От микрогнейсов сланцы этой свиты отличаются более однородным сложением и отсутствием кварцевых и полевошпатовых прослоев, а от графитонесных сланцев более светлой окраской. В западной части массива эти сланцы развиты на склонах горы Ковасар. Сланцы свиты имеют слоисто-кристаллическую текстуру; структура гранобластовая. В минеральном составе доминирует кварц полигональной формы, присутствует также мусковит, дающий отдельные чешуйки 0,2-0,3мм и сегрегационные прослои шириной 0,2 - 0,5мм. В некоторых шлифах встречены мелкие зерна андалузита, пропитанные углистым веществом. Последнее наблюдается обычно в рассеянном состоянии в виде дисперсных частиц, изредка собирающихся в комки. Акцессорные минералы представлены окатанными зернами циркона размером 0,01-0,1мм, апатита с многими округлыми газово-жидкими включениями и рудным минералом. Количественно-минеральный состав мусковит-кварцитовых сланцев приводится в табл. 2.

Таблица 2

Количественно-минеральный состав мусковит-кварцитовых сланцев (объ.%)

Обр.	Кв	Му	Сц	Хл	Гф	Рудн
2766	73	12	10	2	2	1
2779	77	10	7	3	2	1
2794	95	-	5	-	-	-
2829	71	19	7	3		
2831a	87	7	4	—	1	0,5
2843	75	5	14	6		
3278	75	10	15	7		
3268	68	10	5	15		2
3259	57	38	-	-		5
3272	93	5				2

Свита графитонесных мусковит-кварцевых сланцев. В пределах Ахумского массива графитонесные кристаллические сланцы образуют стратифицированный маркирующий горизонт мощностью до 120м. Текстура у них слоисто- кристаллическая, иногда линейно-кристал-

лическая, иногда с линейностью и с выделениями размером до 3мм. Цвет - черный или стальной-серый. От обилия углистого вещества порода пачкает руки. Невооруженным глазом заметны кварц, мусковит, бугорки и мелкие пятна. Андалузит отмечается в шлифе 2779. Некоторые участки сильно обогащены углистым веществом (до 30%) (на месте ответвления р.Ахум на сс.Карнут и Сугют). Под микроскопом порода имеет параллельно-кристаллическую, плейчатую или пятнистую микротекстуру. Структура у них гранобластовая, лепидо-гранобластовая и порфириобластовая. Порфириобласты представлены округлыми или таблитчатыми выделениями размером 1-3мм, выполненными скоплениями тонкочешуйчатых агрегатов хлорита либо смеси хлорита и серицита, нередко частично или нацело замещены кварцем. Основная ткань породы сложена параллельно-кристаллическими агрегатами гранобластового кварца с кристаллами размером от 0,1 до 0,3мм, чередующимися со скоплениями мусковита, густо пропитанными непрозрачной графитовой пылью в тесном срастании с чешуйками хлорита и биотита. Здесь биотит находится в очень тесном срастании с мусковитом в виде более мелких (0,1-0,3мм) чешуек, обычно хлоритизированных. Хлорит имеет апобиотитовую природу, в то же время он является главным заполнителем порфириовых скоплений. Углистое вещество является мелко-дисперсным, концентрируется в изогнутых слюдистых сегрегационных полосах, нередко образуя сплошные непрозрачные прослои до 0,5 мм. Акцессорные минералы представлены мелкими округлыми зернами циркона и апатита размером от 0,01 до 0,1мм, турмалин образует короткопризматические зерна с сине-желтым плеохроизмом. Из табл. 3 видно, что некоторые из описываемых пород являются фактически кварцитами со смесью слюд, хлорита и углистого вещества.

Таблица 3

Количественно-минеральный состав графитоносных сланцев (объ.%)

№бр	Кв	Му	Вт	Хл	Гф	Рудн.	Порф.
2740	60	25			10		5
2750	65	10			20		5
2765	60	25	+	1	14	+	
2752	12	40	+	39	2		6
2803	20	57	10		10		3
2806	77	18			5		-
2824	60	23	+	12	4	1	-
2835	70	10			15	5	-
2836	89	5		+	5	1	-
2842	92	3	+		5		

М е т а о ф и о л и т ы. В составе метаофиолитового комплекса Ахумского кристаллического массива различаются метапироксениты, ме-

табазальты и вулканомиктовые сланцы основного состава. Метатапироксены представляют собой небольшого размера самостоятельное линзовидное тело, окруженное метабаазальтовыми зелеными сланцами. Под микроскопом ультрамафиты имеют нематобластовую структуру. Они состоят из призматических кристаллов бесцветного тремолита размером до 5х1мм, имеющих радиально-сноповидное расположение. Угловатые промежутки между ними выполнены чешуйчатыми сростаниями талька и антигорита. Тремолит частично замещен мелкозернистым вторичным карбонатом, либо образует сеть секущих прожилков. Тремолит составляет 75%, тальк - 21%, антигорит - 4%, при этом карбонат по тремолиту местами может составлять до 30%. Метабаазальты представлены темно-серо-зелеными мелкокристаллическими сланцами. Под микроскопом имеют нематобластовую структуру без порфировых выделений и состоят из мелких (0,3мм) призматических кристаллов сине-зеленого амфибола (42%), мелких зерен желтоватого эпидота (35%) и альбита (20%), а также зернистых выделений сфена и единичных выделений апатита шестоватой формы. Угадываются признаки первичной афировой микродолеритовой структуры.

Вулканомиктовые сланцы основного состава окрашены в более светлые тона зеленого цвета. Они содержат кварц (30%), альбит (35%), хлорит (35%), либо кварц (25%), серицит (20%), хлорит (55%); имеют гранолепидобластовую структуру. Хлорит составляет основную ткань сланца и содержит участки и включения гранобластового кварца и изометричных скоплений серицитовых агрегатов. Вулканомиктовые сланцы, возможно, являются первично кремнево-гидрокластическими образованиями. С ними переслаиваются единичные слои метакремниевых железисто-серицитовых кварцитовых сланцев гранобластовой структуры с мелкими округлыми ожелезненными реликтами. Сочетание метаультрамафита с зелеными сланцами метавулканитового характера позволяет высказаться в пользу наличия фрагмента метаморфизованной офиолитовой пластины палеозойского возраста. Метаморфизм и дислоцированность офиолитов находится в одинаковой степени и в едином плане со сланцевым комплексом Ахумского массива, что позволяет впервые выделить офиолиты герцинского возраста в пределах кристаллического фундамента Сомхето-Карабахской тектонической зоны.

Петрохимия

Химические составы сланцев отдельно для Ахумского (NN 1-9) и Асрикского (NN 10-14) массивов герцинского кристаллического фундамента приводятся в табл. 4 в порядке возрастания содержания окиси кремния. Простое рассмотрение весовых процентов окислов в метапелитовых сланцах без петрохимической обработки показывает значительные содержания окиси калия в слюдяных сланцах и его ничтожные содержания в метаофиолитовых сланцах (NN 1-5). В то же время мусковит-кварцитовые и графитоносные сланцы характеризуются очень низкими содержаниями окиси натрия, тогда как микрогнейсы и метаофиолиты (за исключением

образца ультрамафита 2801) обладают заметными содержаниями окиси натрия. Это свидетельствует о более зрелом составе исходных осадков свит мусковит-кварцевых и графитоносных сланцев с полным разложением плагиоклаза с удалением окиси натрия при литогенезе осадков. Сравнительно низкие содержания окиси глинозема при экстремально высоких и высоких значениях окиси кремния в парасланцах (пробы 2740, 4789) и микрогнейсах (пробы 2823, 2753) связаны скорее всего со значительной ролью первичного кремния в исходных осадках, чем с преобладанием чисто кварцевых терригенных зерен.

Таблица 4

Химический состав сланцев из выступов герцинского кристаллического фундамента

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
№обр.	2760	2801	2805	2752	2826	2833	2740	2753	2823	4798	3226	4792	4789	4793	4795	4797
SiO ₂	45.77	46.04	48.90	51.38	59.00	64.03	79.45	85.80	90.10	51.63	70.00	71.33	79.00	89.67	45.44	89.38
TiO ₂	1.43	н.обн.	2.22	0.07	1.06	0.54	0.37	0.75	0.32	2.10	0.54	0.52	0.37	0.15	1.87	0.15
Al ₂ O ₃	17.78	2.67	15.90	25.00	18.79	18.36	9.17	7.76	4.74	12.34	13.50	13.05	10.07	2.88	28.48	1.31
Fe ₂ O ₃	6.41	0.89	2.63	5.09	4.49	2.80	2.43	1.63	0.27	4.61	0.80	1.47	2.39	1.77	7.81	0.32
FeO	8.49	3.52	10.60	3.20	3.52	2.50	1.92	0.48	0.71	11.38	5.76	3.24	1.16	0.32	1.62	1.16
MnO	0.29	0.01	0.25	0.18	0.07	0.09	0.06	0.03	сл.	0.21	0.22	0.07	0.03	0.28	0.09	н.обн.
MgO	10.31	15.58	9.80	2.92	2.67	3.08	1.33	0.40	0.95	10.34	0.91	1.81	0.85	н.обн.	1.04	0.48
CaO	0.62	9.08	1.90	0.70	0.47	1.29	0.86	0.42	0.27	1.05	2.14	1.26	0.77	2.03	0.75	1.19
Na ₂ O	2.75	2.78	0.26	н.обн.	н.обн.	0.45	н.обн.	1.50	0.62	0.44	0.40	2.30	0.05	0.05	0.20	0.05
K ₂ O	н.обн.	1.13	0.70	4.70	4.75	3.70	2.00	1.12	1.27	0.27	3.40	2.70	3.20	1.80	6.10	1.20
P ₂ O ₅	0.05	0.05	0.04	0.04	0.10	0.10	0.05	0.07	0.11	0.11	0.09	0.23	0.11	0.11	0.23	0.17
LOI	4.91	18.54	6.10	5.86	4.53	3.51	2.91	0.96	0.32	5.96	2.65	2.61	2.56	0.10	6.55	5.19
H ₂ O	0.08	н.обн.	н.обн.	0.17	0.47	н.обн.	0.02	н.обн.	н.обн.	0.17	0.16	0.17	н.обн.	0.05	0.60	0.10
S _t	1.03	0.01	сл.	н.обн.	0.02	сл.	0.26	н.обн.	сл.	н.обн.	0.03	н.обн.	н.обн.	1.43	н.обн.	н.обн.
Сумма	99.92	100.30	99.30	99.31	99.94	100.45	100.83	100.92	99.68	100.61	100.60	100.76	100.56	100.64	100.78	100.70

Опись анализов: (№ № 1-9) Ахумский массив: 1 - обр.2760, порфиритоид плагиоклаз-кварц-хлоритовый, линза в слюдяных сланцах в 150м на ЮЗ от коч.Ханум; 2 - обр.2801, тальк-тремолитовый метаортопироксенит, линза в сланцах в 1.5км на 3 от коч.Ханум; 3 - обр.2805, сланец кварц-серицит-хлоритовый, в 1.7км на 3 от коч.Ханум; 4 - обр.2752, кристаллический сланец черный. кварц-хлорит-мусковит-графитоносный, в 150м на ЮЗ от коч.Ханум; 5 - обр.2826, кристаллический сланец кварц-хлорит-мусковитовый, в 0.4км на СВ от г.Инак; 6-обр.2833, кристаллический сланец хлорит-кварц-мусковитовый; 7 - обр.2740, кристаллический сланец черный. графитоносный хлорит-мусковит-кварцевый, коч.Ханум; 8 - обр.2753, микрогнейс мусковит-альбит-кварцевый, в 0.4 км к ЮЗ от коч.Ханум; 9 - обр.2823, серицит-кварцевый кристаллический сланец, белый, в 0.8км на В от г.Инак, (№ № 10-14) Асрикский массив: 10 - обр.4798, порфиритоид

кварц-альбит-хлоритовый, в 6 км на Ю от с.Айгедзор (ущ.р.Асрик); 11 - обр.3226, сланец черный, графитоносный, кварц-серицит-хлоритовый, там же. 12 - обр.4792 микрогнейс кварц-полевошпатово-хлорит-мусковитовый, ущ. Асрик в 6.2 км на Ю от с.Айгедзор; 13 - обр.4789, кристаллический сланец кварц-хлорит-серицитовый, графитоносный, черный, ущ.Шамлык в 6 км на Ю от с.Айгедзор; 14-обр. 4793. кристаллический сланец кварц-хлорит-серицитовый, ущ.Шамлык в 6 км на Ю от с.Айгедзор; (№ 15-16) неметаморфизованные перекрывающие отложения палеозоя?: 15 - обр. 4795. латеритовая глина, к С от с.Беюк-Кишлак; 16 - кремнисто-аспидный сланец, там же.

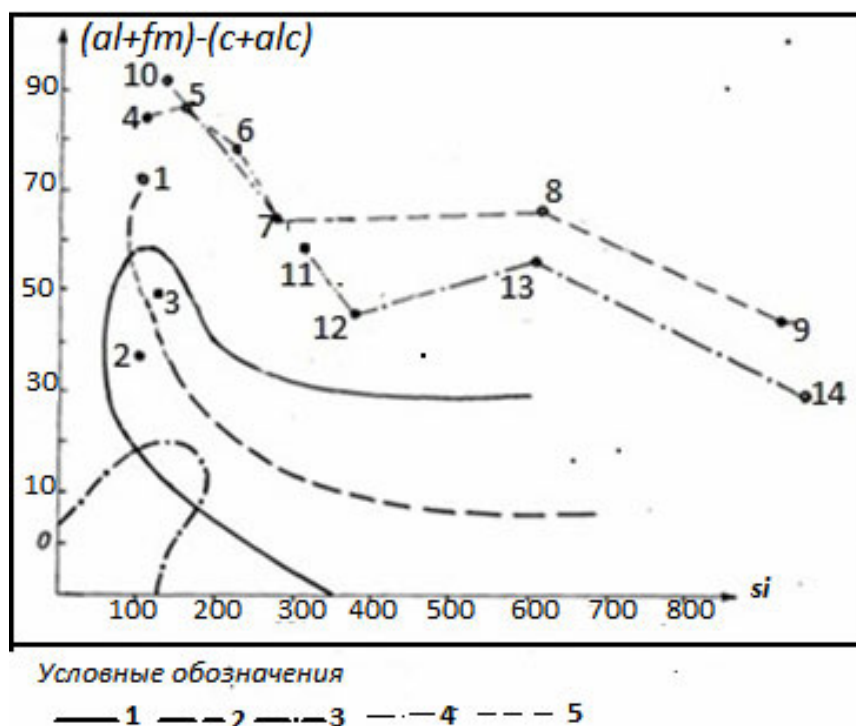


Рис.1. Составы пород на диаграмме Симонена-Предовского по разграничению первично-осадочных и изверженных составов метаморфических пород (Предовский, 1980).

Условные обозначения: (1-3) Границы полей диаграммы: 1 - область составов изверженных пород; 2 - область составов осадочных пород; 3 - область составов химических осадков. 4 - тренд составов пород Асрикского выхода; 5 - тренд составов пород Ахумского массива. Номера фигуративных точек соответствуют номерам химанализов таблицы 4.

Высокое содержание п.п.п. в анализе пробы ультрамафита (проба 2801) вызвано карбонатизацией тремолита. На диаграмме Симонена-Предовского (рис.1) фигуративные точки анализов слюдяных сланцев Ахумского и Асрикского массивов располагаются в поле пелитов и растягиваются вправо в поле кремнистых отложений. Проба ультрамафита (2) располагается внутри поля изверженных пород, а пробы зеленых сланцев

(1 и 3). располагаются вне поля осадочных пород, отражая свою базальтокластическую вулканогенно-осадочную природу.

Геохимия

Геохимические особенности кристаллических сланцев Ахумского массива по ряду индикаторных элементов-примесей приведены в табл.5. Анализы выполнены в ВИРГ количественно-спектральным методом. Кроме приведенных в таблице элементов, определялись также Sb, P, Tl, Ag, Y, Ba, по которым результаты оказались ниже, либо на пороге чувствительности анализа. Приведенные данные получены по пробам сланцев, в шлифах которых отсутствуют признаки наложенных гидротермальных процессов. Из табл. 5 видно, что метаморфические сланцы Ахумского массива обеднены по сравнению с кларками осадочных пород всеми приведенными элементами. При этом среди кварц-слюдяных сланцев наименьшими содержаниями обладают мусковит-кварцевые сланцы, а наибольшими – графитоносные.

Таблица 5

Содержания некоторых элементов-примесей в породах
Ахумского массива, (г/т)

Породы	Кол. проб	Ni	Co	V	Mo	Cu	Pb	Zn	As
Микрогнейсы	17	14	4,0	60	2	25	12	0	<100
Мусковит-кварцевые сланцы	18	11	4,0	53	2	22	7	4	100
Графитоносные сланцы	10	26	4,5	80	5,4	35	25	4	<100
Метабазальт	2	55	15	60	2	20	17	0	>100
Метапироксенит	3	400	30	40	—	410	3	0	<100
Кларки осадочных пород		95	20	130	2	57	20	0	-

Общая обедненность метапелитовых сланцев, очевидно, обусловлена повышенным содержанием в них кварца. По содержаниям элементов-примесей они больше соответствуют обедненным первично глинистым песчаникам, либо кремниям, но, судя по значительной роли углистого вещества, скорее всего соответствуют глинисто-кремнистым осадкам и фтанитам.

Таблица 6

ICP-XRF составы петрогенных (вес.%) и малых элементов (р.р.м)
ультрамафита Ахумского массива

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Ba	Ce	Cl	Co	
49.42	0.73	20.99	9.75	0.18	2.49	10.07	2.78	1.13	0.07	218	1	503	22	
Cr	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	Sc	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
5	20	4	1	2	6	2	17	38	368	1	296	9	73	34

Помимо указанных анализов по пробе метапироксенита палеозойских офиолитов Ахумского массива выполнен ICP-XRF анализ в Австрии, представленный в табл. 6, а спайдерограмма представлена на рис. 2.

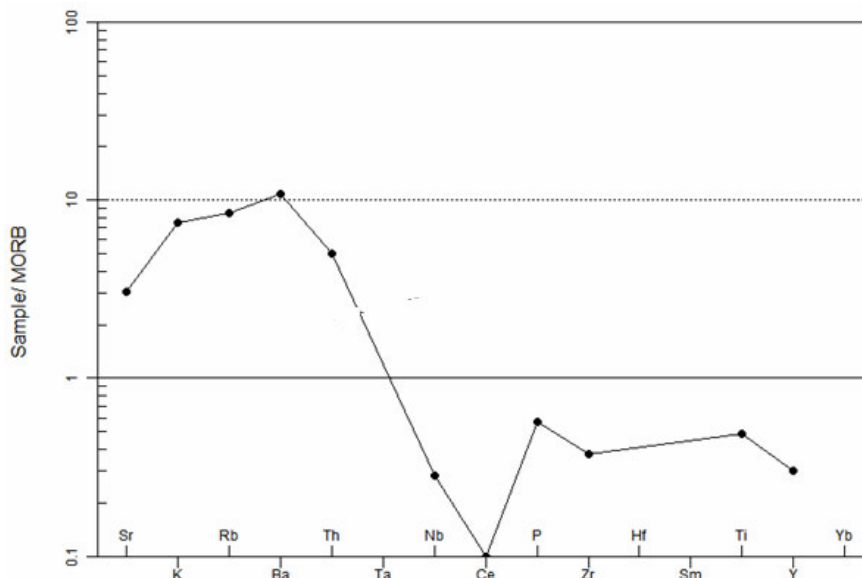


Рис.2. Спайдерограмма метапироксенита Ахумского массива.

Фигуративные точки содержаний элементов варьируют вокруг нормали (1) MORB по Пирсу (Pearce, 1983). По составу порода соответствует щелочному пироксениту с обогащением легкими элементами по сравнению с нормалью (1).

Метаморфизм

Для определения фаций и субфаций метаморфизма мы применили треугольные диаграммы состав-парагенезис с учетом устойчивых минеральных парагенезисов в различных классах валовых составов: известковистых (ACF) и пелитовых (AKF) (рис.3). Пересчет химических анализов метаморфических пород и проектирование фигуративных точек составов пород в треугольные фазовые диаграммы позволяют выбирать поля парагенезисов в зависимости от валового состава пород. Методика пересчетов изложена в работе Винклера (1969). Диаграммы ACF хорошо проявляют минеральные парагенезисы основных, известковых и магнезиальных ассоциаций, а диаграммы AKF отражают парагенезисы пелитовых и средне-кислых (кварц-полевошпатовых) ассоциаций. Кварц и альбит считаются избыточными фазами и на диаграммах не изображаются. Фигуративные точки составов пород Ахумского массива при отсутствии в них альманди-

на и кордиерита располагаются в поле парагенезиса мусковит-биотит-хлоритового треугольника кварц-альбит-биотит-мусковитовой субфации эпидот-амфиболитовой фации по Винклеру (рис.3). Это означает, что условия метаморфизма сланцев Ахумского массива ниже условий амфиболитовой фации. Повсеместное развитие биотита в метапелитах свидетельствует, что фация метаморфизма выше фации зеленых сланцев, однако альбитовый состав плагиоклаза явствует в пользу не амфиболитовой, а эпидот-амфиболитовой фации метаморфизма.

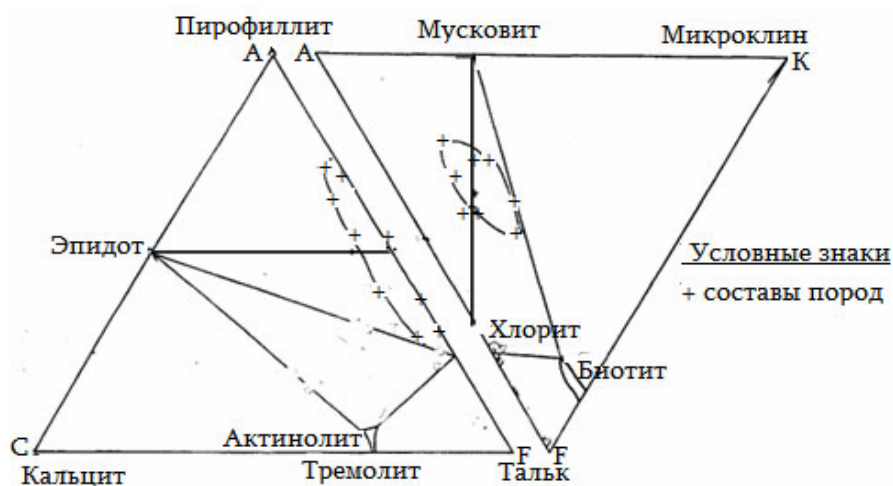


Рис. 3. Совмещенные ACF и AKF диаграммы кварц-альбит-мусковит-биотитовой субфации эпидот-амфиболитовой фации метаморфизма по Винклеру (1969).

Отсутствие эпидота и амфибола в метапелитовых сланцах обусловлено их исходным составом, где имеется дефицит железа и магния, а в переслаивающихся с метапелитами изофациальных metabasalts офиолитов эпидот и амфибол присутствуют в избытке. Положение фигуративных точек составов образцов Ахумского массива обозначены крестиками, обведенными в ареалы. Как видно на диаграмме АКФ точки составов оказываются в поле треугольника мусковит-биотит-хлорит, который соответствует кварц-альбит-мусковит-биотитовой субфации эпидот-амфиболитовой фации метаморфизма.

Выводы

Проведенные геолого-петрологические исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Ахумский и Асрикский массивы метаморфических сланцев являются эрозионными обнажениями палеозойского кристаллического фундамента Сомхето-Карабахской палеоостроводужной зоны Южного Кавказа.
2. Толща метаморфических сланцев состоит из согласно сменяющих друг-друга метаосадочных свит микрогнейсов, кварц-хлорит-мусковитовых сланцев и свиты черных графитоносных кварц-хлорит-серицитовых

сланцев. На кровле толщи сланцев залегает линза метаофиолитов, представленная крупнозернистыми тальк-серпентин-тремолитовыми метапироксенитами и ассоциирующими с ними metabазальтовыми зелеными сланцами.

3. Региональный динамо-термальный метаморфизм толщи соответствует кварц-альбит-мусковит-биотитовой субфации эпидот-амфиболитовой фации.

4. Исходный состав сланцев соответствует песчано-глинистым отложениям, в общем, довольно глубоководного бассейна, глубина которого ниже лизоклина судя по низкой известковости и отсутствию карбонатных отложений.

ЛИТЕРАТУРА

- Агамалян В.А.** Ахумский массив как выход герцинского кристаллического фундамента СВ части Армении. Известия НАН РА, Науки о Земле, N 2, 2015, с.3-12.
- Багдасарян Г.П., Гукасян Р.Х., Казарян К.Б.** Сравнительное изучение возраста древних метаморфических сланцев бассейна р.Ахум (Армянская ССР) K-Ar и Rb-Sr методами. Геохронология Восточно-Европейской платформы и сочленения Кавказско-Карпатской системы. XIX сессия. М., Наука, 1978, с.47-56.
- Винклер В.** Генезис метаморфических пород. Изд. МИР, М., 1969, 247 с.
- Гасанов Т.А.** Нижнеюрская фауна в верховьях р.Асрик-чай. ДАН Аз.ССР, 1954, N1, с.29-33.
- Паффенгольц К.Н.** Очерк магматизма и металлогении Кавказа. Ереван, Изд. АН АрмССР, 1970, 435с.
- Предовский А.А.** Реконструкция условий седиментогенеза и вулканизма раннего докембрия. Л., Наука, 1980, 278 с.
- Pearce J.A., 1983.** Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins, in: C.J.Hawkesworth and M.J.Norry (eds.), "Continental Basalts and Mantle Xenoliths," Shiva Publishing Limited, p.230-249.

Рецензент Г. Галоян

ՀԱՆՈՒՄԻ ԲՅՈՒՐԵՂԱՅԻՆ ԶԱՆԳՎԱԾԻ ՊԱԼԵՈԶՈՅԱՆ ՄԵՏԱՄՈՐՖԱՅԻՆ ՀԱՄԱԼԻՐԻ ՊԵՏՐՈԼՈԳԻԱՆ

Վ.Ա.Աղամալյան

Ամփոփում

Հոդվածում առաջին անգամ հրատարակվում են Հարավային Կովկասի Սումխեթա-Ղարաբաղի հերցինյան բյուրեղային հիմքի Հախումի և Ասրիկի մետամորֆային համալիրի պետրոգրաֆիական բնութագիրը, ապարների պետրոքիմիական և երկրաքիմիական առանձնահատկությունները: Այդ հիմքի վրա դիտարկվում են այս թերթաքարային հաստվածքի սկզբնական ապարների նստվածքառաջացման պայմանները՝ որպես ավազակավային կազմի նստվածքներ կայծքարային խառնուրդով: Այս դիտարկվում են պալեոզոյի այդ ժամանակի մետամորֆիզմի պայմանները և ֆացիաները, որոնք իրենց հերթին համապատասխան են էպիդոտ-ամֆիբոլիտային ֆացիայի քվարց-ալբիտ-

մուսկովիտ-բիոտիտային սուբֆացիային: Առաջին անգամ դիտարկվում են հեդինակի կողմից առանձնացված պալեոզոյի հասակի օֆիոլիտները:

PETROLOGY OF THE PALEOZOY METAMORPHIC COMPLEX OF THE HACHUME CRYSTALLINE MASSIF

V. A. Aghamalyan

Abstract

The article deals with the petrographic characterization, petrochemical and geochemical peculiarities of the metamorphic complex of the Hachum and Asrikchay outcrops of the Hercinian crystalline basement of the Somkheto-Karabakh tectonic zone of Southern Caucasus. On this basis the depositional environment of protoliths as sandy-clay deposits with an admixture of silicites are considered, as well as the conditions and facies of the Hercinian basement metamorphism as corresponding to quartz-albite-muscovite-biotite subfacies of the epidote-amphibolite facies are taken into account. For the first time the Paleozoic ophiolites in the Hachume massif identified by the author are being examined.

ОТРАЖЕНИЕ ИСХОДНОЙ ЗАРЯЖЕННОСТИ ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СРЕДЫ НА РЕЗУЛЬТАТАХ ЭЛЕКТРОПРОФИЛИРОВАНИЯ

© 2016 г. А.К. Матевосян

Институт геологических наук НАН РА
0019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения,
E-mail: arshak.matevosyan@yandex.com
Поступила в редакцию 12.03.2015 г.

В настоящей статье представлены основные результаты впервые проведенного математического моделирования процесса выполнения электропрофилеирования методом вызванной поляризации. Установлена высокая погрешность измерений, вызванная отсутствием учета искажающего влияния исходной (первоначальной, остаточной) электрохимической заряженности геоэлектрической среды при проведении очередного измерения, приводящая в конечном итоге к неверным заключениям. Результаты исследований особенно актуальны при электротомографии для получения многомерных геоэлектрических разрезов и требуют особого внимания при выборе методики электроразведочных работ.

В статье (Матевосян, 2014²) представлены новые закономерности зарядки и разрядки геоэлектрической среды по особенностям проявления вторичного электрического поля после внешнего воздействия периодическими однополярными прямоугольными импульсами тока. Ранее на основании анализа интегральных амплитудно-временных параметров вызванной поляризации (Матевосян, 2001; Матевосян, 2011; Матевосян, 2013) предложен критерий электрохимической заряженности среды (Матевосян, 2014¹). В результате проведенных исследований выявлена систематическая (*методическая*) ошибка, возникающая в связи с отсутствием учета исходного электрохимического (*поляризационного*) состояния геоэлектрической среды перед очередным измерением. В частности, как показано в (Матевосян, 2014²), обработка временных зависимостей ВП с использованием однополярных периодических импульсов по стандартной методике (Инструкция..., 1984; Электроразведка, 1989) в ряде случаев приводит к существенным (*достигающим нескольких десятков процентов и более*) ошибкам (*особенно на поздних временах переходного процесса вторичного электрического поля, исследуемого на стадии детальных полевых работ*), и в итоге к неверным заключениям.

Целью настоящей статьи является выявление характера проявления и оценка величины искажающего влияния исходной (*первоначальной, остаточной*) электрохимической заряженности геоэлектрической среды на результаты электропрофилеирования методом **вызванной поляризации (ВП)** установкой срединного градиента и симметричной установкой (Комаров, 1980; Инструкция..., 1984; Электроразведка, 1989).

Электропрофилирование установкой срединного градиента

Для достижения поставленной цели промоделирован процесс выполнения электропрофилирования установкой **срединного градиента (СГ)** $AMNB$ (рис.1а) методом ВП при возбуждении электрического поля однократным прямоугольным импульсом тока в однородной изотропной поля-

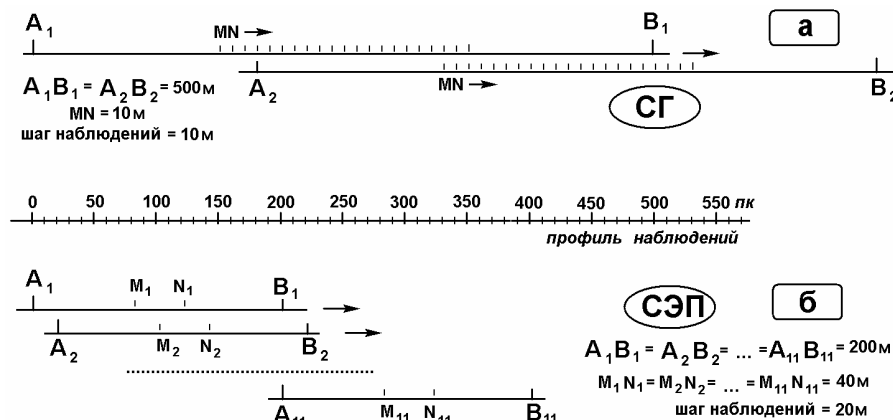


Рис.1. Схематическое представление установки срединного градиента (а) и симметричной установки (б) с расстановкой питающих и приемных электродов с направлением их перемещения (показаны стрелками) при математическом моделировании процесса выполнения электропрофилирования по профилю наблюдений.

ризующейся геоэлектрической среде. Выбор наиболее простой модели геоэлектрической среды не случаен, поскольку только в этом случае измеряемые и определяемые параметры при электроразведочных исследованиях равны соответствующим истинным значениям, что позволит однозначно и совершенно убедительно решить поставленную задачу. Следует напомнить (Инструкция..., 1984; Электроразведка, 1989), что перед выполнением каждого измерения (*до пропускания импульса тока*) компенсируется разность потенциалов между приемными электродами, вызванная не только естественным электрическим полем, но и остаточным вторичным электрическим полем в результате предыдущих измерений. Суммарная величина исходного электрического поля не подается учету (*разделению*) и не фиксируется (*просто игнорируется*), а в лучшем случае приписывается только естественному полю.

При моделировании принималось, что промежуток времени между импульсами достаточен для проведения замеров и перемещения (*перехода*) на следующий пункт наблюдений приемной линии MN , и равен длительности импульсов тока, тем самым при одном фиксированном расположении питающих электродов (*питающей линии*) вдоль профиля наблюдений фактически обеспечивается временной режим измерений **ОПИ-2** – **однополярными периодическими импульсами со скважностью 2** (Электроразведка, 1989). Такое допущение вполне согласуется с дей-

ствующими нормативами электропрофилирования, имея ввиду, что продолжительность зарядки (импульса) t_3 зачастую выбирается равной нескольким минутам, и позволяет воспользоваться результатами нами ранее проведенных исследований (Матевосян, 2014²). При численных расчетах также допускалось, что изменение месторасположения питающих электродов (A_1 и B_1 на A_2 и B_2 , соответственно, рис.1а) для измерений второй части профиля выполняется за промежуток времени $12t_3$ (6 периодов), что также вполне разумно (реализуемо при хорошо налаженной полевой работе). Согласно общепринятым теоретическим основам метода ВП (Комаров, 1980; Электроразведка, 1989) (без учета исходной зарядженности исследуемой геоэлектрической среды (Матевосян, 2014¹)) в результате вышеописанного математического моделирования следует получить идентичные зависимости интерпретируемых параметров вдоль всего профиля наблюдений, причем с амплитудно-временными характеристиками ВП одинаковыми с первым пунктом измерений (пикет 155 – при первом возбуждении среды импульсом тока).

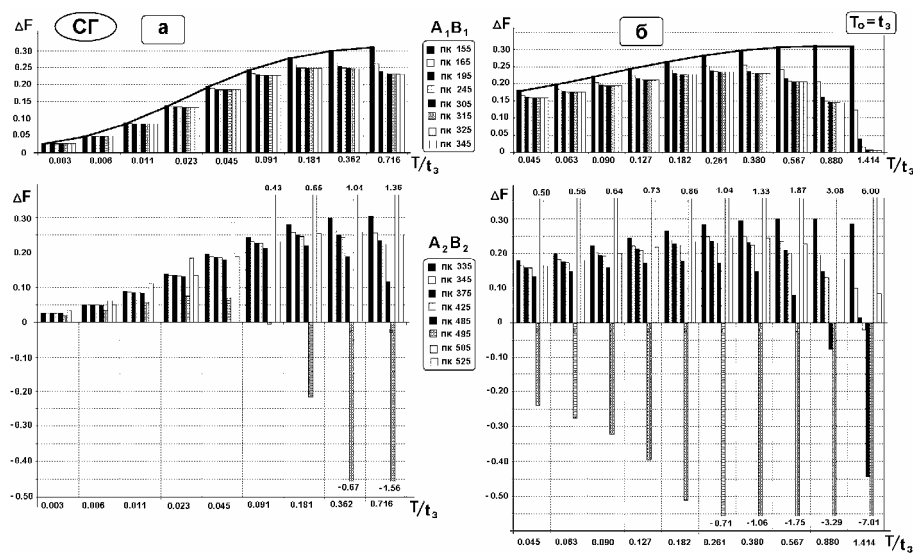


Рис.2. Диаграммы первой производной ПХ, определенной при пропускании тока (а) и по данным спада (б) при электропрофилировании над однородной изотропной поляризуемой геоэлектрической средой установкой срединного градиента первой (A_1B_1) и второй (A_2B_2) частей профиля наблюдений.

На рис. 2 представлены временные зависимости первой производной (приращения) **переходной характеристики (ПХ)** по десятичному логарифму времени $\square F$, определенной при пропускании тока (а) и по данным спада (б) при электропрофилировании первой (верхние диаграммы – пикеты 155-345 при возбуждении поля питающими электродами A_1 и B_1) и второй (нижние диаграммы – пикеты 335-525 при возбуждении поля питающими электродами A_2 и B_2) частей профиля наблюдений (с пере-

крытием измерений на пикетах 335 и 345) при T_0 равном t_3 (где T_0 – абсцисса максимума первой производной ПХ ВП по десятичному логарифму времени – постоянная времени, характеризующая поляризационные особенности геоэлектрической среды). Численные расчеты выполнены при различных значениях отношения T_0/t_3 . Ниже приведены полученные зависимости только при $T_0=t_3$ (рис. 2-4), аппроксимации ПХ логарифмической функцией и допущении линейности протекания поляризационных процессов (Комаров, 1980).

Представленные на рис. 2 зависимости $\square F$, определенной при пропускании тока (а) при электропрофилировании первой части профиля наблюдений (питающие электроды A_1 и B_1) согласуются с аналогичными зависимостями, приведенными в статье (Матевосян, 2014²). Как видно из рис. 2 величины $\square F$ как при пропускании тока (а), так и на спаде (б) плавно изменяются от пикета к пикету (постепенное отклонение значений определяемых параметров от истинных величин), несмотря на то, что измерения проводятся над однородной изотропной средой. Это обстоятельство объясняется протеканием довольно продолжительного спада поляризационных процессов (Матевосян, 2014¹), т.е. к моменту регистрации электрических полей при возбуждении следующим (очередным) импульсом поляризующейся геоэлектрической среде свойственна существенная неполная разрядка.

При исследовании же второй части профиля (питающие электроды A_2 и B_2), т.е. после возбуждения геоэлектрической среды серией импульсов постоянного тока при измерении первой части профиля, аналогичные диаграммы кардинально меняют свой облик – характеризуются не только высокими значениями $\square F$, но и абсолютно непонятными с точки зрения существующих представлений отрицательными значениями $\square F$ на поздних временах («необъяснимый феномен» в рамках современного состояния теории ВП). В данном случае это в первую очередь относится к пикетам 485, 495, 505, 515. Объяснение такого характера проявления основного интерпретируемого амплитудно-временного параметра ВП состоит в переходе приемной линии (MN) через предыдущее месторасположение одного из питающих электродов (B_1 – пикет 500). Согласно действующим электроразведочным инструкциям, ввиду резкого возрастания напряженности первичного поля вблизи питающих электродов не допускается проведение измерений как первичного, так и вторичного электрических полей в данных областях. Однако в нашем рассмотренном случае эта область (пикеты 480-520) после перестановки питающих электродов (A_2B_2) попала на исследуемый участок профиля наблюдений, и объективно проявилась из-за чрезмерно интенсивного вторичного электрического поля в этой области в результате предыдущих возбуждений электрического поля (при измерениях первой части профиля с использованием питающей линией A_1B_1). Это наглядно отражено и на графиках вдоль профиля наблюдений производной переходной характеристики (рис. 4) при пропускании тока (СГ, а) и по данным спада (СГ, б). На этих графиках также наблюдается

резко выраженная нестыковка на пикетах 335 и 345 (на участке перекрытия – при контрольных измерениях), полученных при возбуждении однородной изотропной среды первой (A_1B_1) и второй (A_2B_2) питающими линиями.

Электропрофилирование симметричной установкой

Аналогичным образом промоделирован процесс выполнения электропрофилирования методом ВП импульсами постоянного тока над однородной изотропной поляризуемой геоэлектрической средой **симметричной установкой (СЭП) $AMNB$** (рис.1б). При выполнении численных расчетов допускалось, что промежуток времени равный $3t_z$ между импульсами достаточен для проведения замеров и перемещения на следующий пункт наблюдений всей установки измерений (как приемной линии MN , так и питающей AB), тем самым формально обеспечивается временной режим возбуждения электрического поля ОПИ-4 (однополярными периодическими прямоугольными импульсами со скважностью 4). Такое допущение также вполне созвучно с действующими нормативами электропрофилирования симметричной установкой. Кроме этого принято, что за промежуток времени между импульсами исследуемая среда полностью разряжается (т.е. перед очередным измерением в следующем пункте наблюдений она возвращается в первоначальное состояние), тем самым компенсируя электрическое поле перед пропуском очередного импульса проигнорировано присутствие остаточной заряженности среды в результате предшествующих замеров. Очевидно (согласно известным теоретическим основам метода ВП) в результате такого моделирования следует ожидать идентичные амплитудно-временные зависимости при каждом положении установки измерений вдоль всего профиля наблюдений, причем с амплитудно-временными характеристиками ВП, полученными при первом пункте измерений (пикет 100 – первое возбуждение среды импульсом тока).

На рис.3 представлены временные зависимости первой производной ПХ ВП, определенной при пропуске тока (а) и по данным спада (б) при электропрофилировании над однородной изотропной поляризуемой геоэлектрической средой симметричной установкой с предварительной компенсацией первоначального электрического поля (естественного электрического поля и остаточного вторичного поля после предыдущих импульсов) до пропускания очередного прямоугольного импульса. Представленные на этих рисунках зависимости $\square F$, полученные при пропуске тока (а) по своему характеру проявления в определенной степени схожи с аналогичными зависимостями, приведенными в (Матевосян, 2014²), только при наблюдениях в начале профиля (пикеты 100-160) – постепенное отклонение (уменьшение) значений определяемых параметров от истинных значений (пикет 100). Эта закономерность (тенденция) объясняется влиянием вторичного электрического поля, возбужденного в

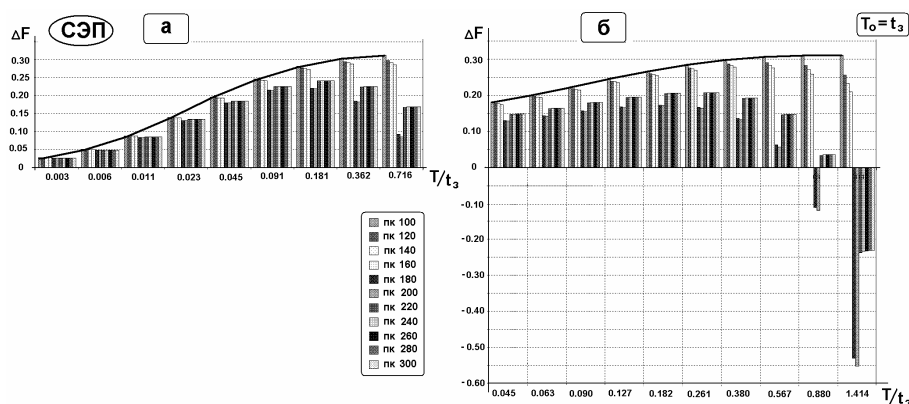


Рис.3. Временные зависимости первой производной ПХ, определенной при пропускании тока (а) и по данным спада (б) при электропрофилировании симметричной установкой над однородной изотропной поляризующейся геоэлектрической средой, по результатам моделирования всего процесса выполнения наблюдений.

результате предыдущих измерений. В дальнейшем, начиная с пикета 160, проявляются парадоксальные с точки зрения существующих представлений отрицательные значения ΔF . В интервале пикетов 180-200 наблюдается резкое уменьшение значений ΔF , а затем скачкообразное увеличение ΔF (пикеты 220-300). В данном случае объяснение такого характера проявления основного амплитудно-временного параметра состоит не только в значительно замедленном протекании вторичных процессов из-за остаточной поляризованности среды, но и в переходе приемной линии (MN) через предыдущие области месторасположения питающего электрода B в процессе электропрофилирования (аналогично, с использованием установки срединного градиента при измерении второй части профиля) в области чрезмерно интенсивного вторичного электрического поля, сформировавшегося в результате предыдущих возбуждений электрического поля. Это отражено и на графиках первой производной ПХ ВП (рис.4) вдоль профиля наблюдений при пропускании тока (СЭП, а) и по данным спада (СЭП, б). Численные расчеты при других величинах отношения T_0/t_3 показали, что приведенные на рис.2-4 графики при $T_0/t_3=1$ претерпевают различные количественные изменения, однако характер (качественные особенности) проявляемых интерпретируемых параметров остается неизменным.

Описанная картина поведения ΔF — одного из основных интерпретируемых параметров в методе ВП, делает его практически малоэффективным (такой полевой материал фактически не поддается истолкованию). И не случайно, что при проведении полевых работ опытными исследователями, измерения на спаде при относительно поздних временах (соразмерных с t_3) не проводятся. Однако отсутствие результатов таких полевых измерений не могут дать объективной полноценной картины

геоэлектрической среды, и, в первую очередь, при исследовании рудных (содержащих электропроводящие минералы) объектов, характеризующихся высокими значениями временного параметра переходной характеристики (постоянной времени).

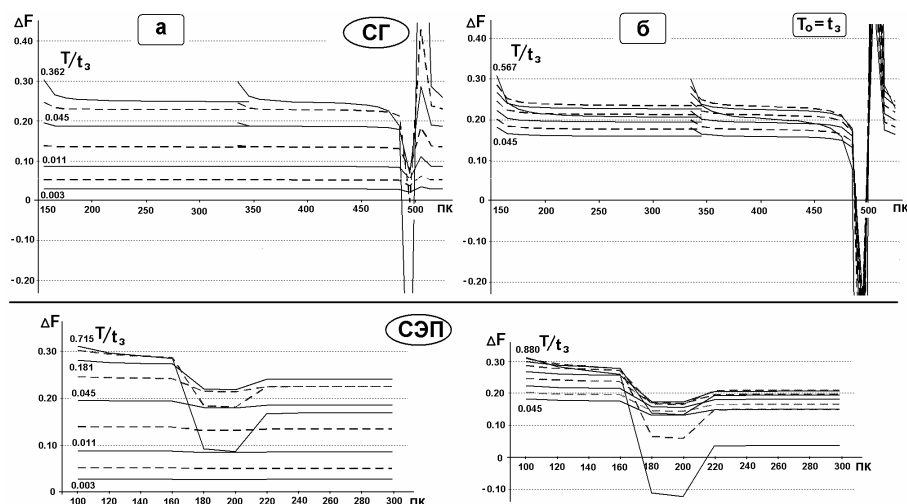


Рис.4. Графики первой производной ПХ вдоль профиля наблюдений над однородной изотропной поляризующейся геоэлектрической средой, определенной при пропускании тока (а) и по данным спада (б) установкой срединного градиента (СГ) и симметричной установкой (СЭП), по результатам моделирования всего процесса выполнения электропрофилирования. Шифр кривых $-T/t_3$.

Исходя из универсальности выше примененной методологии теоретических исследований и численных расчетов, представленные результаты моделирования (сделанный вывод) можно распространить и при рассмотрении других основных модификаций электроразведочных установок измерений в методах постоянного тока, в частности, комбинированного электропрофилирования и вертикального электрического зондирования. Нетрудно представить, что в этих случаях также будет наблюдаться аналогичная картина – высокая погрешность исследований методом ВП, вызванная отсутствием учета искажающего влияния исходной (первоначальной, остаточной) электрохимической заряженности геоэлектрической среды при проведении очередного измерения, и в конечном итоге приводящая к неверным заключениям.

На практике опытным полеви́кам-операторам при выполнении электроразведочных работ знакомо интенсивное изменение разности потенциалов между приемными электродами («непонятное сползание поляризации неполяризуемых электродов» – особенно при изысканиях на рудных объектах), что зачастую затрудняет предварительную компенсацию естественного электрического поля даже при измерениях первичного

электрического поля. Непосредственно следующие за рядовыми измерениями контрольные или повторные наблюдения еще более усложняют осмысление полученных, достаточно разных (*а порой и взаимно противоречивых*) данных. В полевых условиях это просто приписывается к разному роду причинам естественного и техногенного происхождения, которых более чем достаточно. По предъявляемым требованиям электро-разведочных инструкций к полевому материалу, аналогичным вышеприведенным результатам математического моделирования, он должен отбраковываться, но не единичны случаи, когда недобросовестными специалистами с использованием априорной информации вводятся соответствующие «коэффициенты подгонки».

Резюмируя вышесказанное, можно заключить, что при электропрофилировании методом ВП реальных неоднородных геологических сред аналогичной методикой, систематическая погрешность исследований может значительно превышать результаты представленного математического моделирования. С другой стороны, даже имея полную информацию о всех возбуждениях электрического поля с начала проведения электроразведочных работ на исследуемом участке (*всю предысторию электрически возбужденного состояния среды к моменту очередного измерения, и в частности промежутки времени между импульсами и расстановку применяемых установок измерений*), уверенный учет (*определение и введение поправочных коэффициентов для нормирования или устранения*) влияния рассматриваемого искажающегося фактора практически не выполним (*и если еще учесть непредсказуемость в неоднозначном характере протекания нелинейный процессов ВП в области питающих электродов при большой интенсивности высокоградиентного внешнего электрического поля в реальной геологической среде*). Кроме этого, кажущиеся относительно незначительные отклонения при установлении питающих и приемных электродов от требуемых месторасположений в процессе электроразведочных работ во избежание чрезмерно поляризационных областей (*даже в пределах норм, установленных соответствующими руководствами и инструкциями*) может также привести к неподдающейся нормировке данных и значительным погрешностям (*в ряде случаев многократно превышающим установленные величины*).

ЛИТЕРАТУРА

- Инструкция по электроразведке.** Л., Недра, 1984, 352 с.
Комаров В.А. Электроразведка методом вызванной поляризации. Л.: Недра, 1980, 391 с.
Матевосян А.К. Интегральные амплитудно-временные параметры вызванной поляризации. Доклады НАН Армении, 2001, 101, N 1, с. 76-83.
Матевосян А.К. Определение полных интегральных амплитудно-временных параметров вызванной поляризации по результатам векторных измерений. Доклады НАН Армении, 2011, 111, N 2, с. 157-163.
Матевосян А.К. Проявление интегральных амплитудно-временных параметров вызванной поляризации при периодическом возбуждении геоэлектрической среды однополярными прямоугольными импульсами тока. Изв. НАН Армении, Науки о Земле, 2013, 66, N 2-3, с. 40-46.

Матевосян А.К. Критерий электрохимической заряженности геоэлектрической среды. Доклады НАН Армении, 2014¹, 114, N 1, с. 33-43.
Матевосян А.К. Об искажении результатов исследований методом вызванной поляризации при использовании периодических однополярных прямоугольных импульсов тока. Изв. НАН Армении, Науки о Земле, 2014², 67, N 2-3, с. 13-20.
Электроразведка. Справочник геофизика. М., Недра, 1989, в двух книгах – 438 с, 378 с.

Рецензент Р. Григорян

**ԵՐԿՐԱԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՄԻՋԱՎԱՅՐԻ ՄԿՁԲՆԱԿԱՆ
ԼԻՑՔԱՎՈՐՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ԱՐՏԱՅՈՂՈՒՄԸ
ԷԼԵԿՏՐԱՊՐՈՖԻԼԱՑՄԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ՎՐԱ**

Ա.Կ.Մաթևոսյան

Ամփոփում

Հոդվածում ներկայացված են առաջին անգամ կատարված հարուցված բևեռացման մեթոդով էլեկտրապրոֆիլացման պրոցեսի մաթեմատիկական մոդելավորման հիմնական արդյունքները: Բացահայտված է բարձր չափման սխալի առկայությունը պայմանավորված հաջորդ չափման ընթացքում երկրաէլեկտրական միջավայրի նախնական էլեկտրաքիմիական լիցքավորվածության գործոնի խանգարիչ ազդեցության հաշվի առնելու բացակայությամբ, որը, ի վերջո, բերում է սխալ եզրակացությունների: Ուսումնասիրությունների արդյունքները հատկապես արդիական են էլեկտրատոմոգրաֆիայի եղանակով բազմատարածական երկրաէլեկտրական կտրվածքներ ստանալու ժամանակ և արժանի են հատուկ ուշադրության էլեկտրահետախուզական աշխատանքների մեթոդիկայի ընտրման ժամանակ:

**REFLECTIONS OF INITIAL CHARGE GEOELECTRIC MEDIA
FOR RESULTS OF ELECTRICAL PROFILING**

A.K. Matevosyan

Abstract

This article presents the main results of the first mathematical modeling performance electrical profiling (*median gradient and symmetrical arrays*) of induced polarization method. The high measurement error caused by the lack of consideration of the distorting influence of the original electrochemical charge of the geoelectrical medium during the next measurement, leading eventually to the wrong conclusions was discovered. The results of studies are particularly relevant at electrical tomography to obtain multi-dimensional geoelectrical sections and require special attention when choosing a methodology of electrical survey.

**ՏԵԿՏՈՆԱԿԱՆ ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԵՐԻ ԿԱԶՄԱՎՈՐՎՈՂ
ՕԶԱԽՆԵՐԻ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ՈՐՈՇՄԱՆ
ԱԼՏԵՐՆԱՏԻՎ ՄԵԹՈԴ**

© 2016 թ. Ս. Ռ. Հովհաննիսյան

*Սեյսմիկ պաշտպանության Հյուսիսային ծառայություն ՊՈԱԿ
Հայաստանի Հանրապետություն,
3115, Գյումրի, Վ. Սարգսյանի, 5ա
E-mail hovsam@mail.ru
Հանձնված է խմբագրություն 05.08.2016 թ.*

Մշակվել է երկրաշարժերի կազմավորվող օջախների պարամետրերի գնահատման ավտերնատիվ մեթոդ, որի համար օգտագործվել են տեկտոնամագնիսական դաշտի փոփոխության օրական միջին արագությունները: Այս մեթոդն ունի մի շարք առավելություններ նախկինում գոյություն ունեցող նմանատիպ մեթոդի նկատմամբ: Նախնական տվյալների մշակումը չի պահանջում երկրամագնիսական դաշտի դարային քայլի և ինդուկցիոն դաշտերի ազդեցությունների ֆիլտրացման գործողություններ: Այն հնարավորություն է տալիս գնահատել նաև կազմավորվող օջախների հիպոկենտրոնային հեռավորությունները և տեղադրման խորությունները:

Ներածություն

Տեկտոնամագնիսական (TM) դաշտի դինամիկան հետևանք է երկրակեղևում տեկտոնական լարումների ակտիվացման, որի ժամանակ սեյսմակտիվ գոտում կազմավորվում են տարբեր մագնիտոդներով (M) բազմաթիվ երկրաշարժերի օջախներ: Այդ կազմավորվող օջախների հիպոկենտրոնային հեռավորությունները որոշելու համար օգտագործվում է (Оганесян, 2009) աշխատանքում ստացված բանաձևը, որի մեջ մտնում է TM դաշտի լոկալ բաղադրիչը (TEL): Կազմավորվող օջախների TM դաշտերի լոկալ բաղադրիչները վերադրվելով երևակվում են դիտարկման կետում գումարային ձևով: Լոկալ բաղադրիչները, համաձայն երկրաշարժերի կազմավորվող օջախների պարամետրերի որոշման TM մեթոդի, իրարից անջատելու համար օգտագործվում են գրաֆիկական եղանակներ: TM մեթոդով կանխատեսվել են մի շարք ուժեղ երկրաշարժեր (Հովհաննիսյան և այլն 2014, Оганесян и др., 2014), սակայն այն օգտագործելու համար անհրաժեշտ են երկրամագնիսական դաշտի (ԵՄԴ)-ի մի շարք լրացուցիչ բաղադրիչների գնահատում և որոշակի սահմանափակումներ: Դրանցից գլխավորներն են՝

1. մագնիտոդի մեծության որոշման համար խիստ անհրաժեշտ են ԵՄԴ-ի դարային քայլի արժեքները, որոնք, վերադրված հանդես գալով դիտված գումարային դաշտի մեջ, հանդիսանում են TM-ի համար որպես բնական խանգարիչ երևույթներ;

2. ԵՄԴ-ի դիտարկված արժեքների շարքում չափումների ընդհատումները ոչ պիտանի են դարձնում ամբողջ շարքը;
3. անթույլատրելի է տվյալների երկար շարքերի (տարիներ) բացարձակ գրոյի տեղաշարժը, որը խախտում է TM դաշտի ամպլիտուդների իրական մեծությունները;
4. TEL-ի էֆեկտիվ արժեքը գրաֆիկական մեթոդով որոշելը պահանջում է մեծ ճշտություն և տեկտոնամագնիսական տեսության վերաբերյալ բավարար գիտելիքներ:

Նշված սահմանափակումները պահանջում են տվյալների մշակման ծախսատար ժամանակ և դժվար ընկալելի են դարձնում TM մեթոդը: Այդ պատճառով մշակվեց երկրաշարժերի կազմավորվող օջախների պարամետրերի որոշման ալտերնատիվ մեթոդ՝ TM-ի արագությունների մեթոդը (VT), որն արդեն անկախ է 1-4 սահմանափակումներից:

Ներկայացվող աշխատանքի նպատակն է ցույց տալ TM մեթոդի նկատմամբ VT մեթոդի ունեցած առավելությունները՝

1. տվյալների մշակման համար պահանջվող ոչ մեծ ժամանակը;
2. երկրաշարժերի կարճապարբերական նախանշանների օգտագործման հնարավորությունը և մեթոդի օգտագործման պարզությունը;
3. կազմավորվող օջախների էպիկենտրոնային հեռավորությունների և խորությունների գնահատման հնարավորությունը:

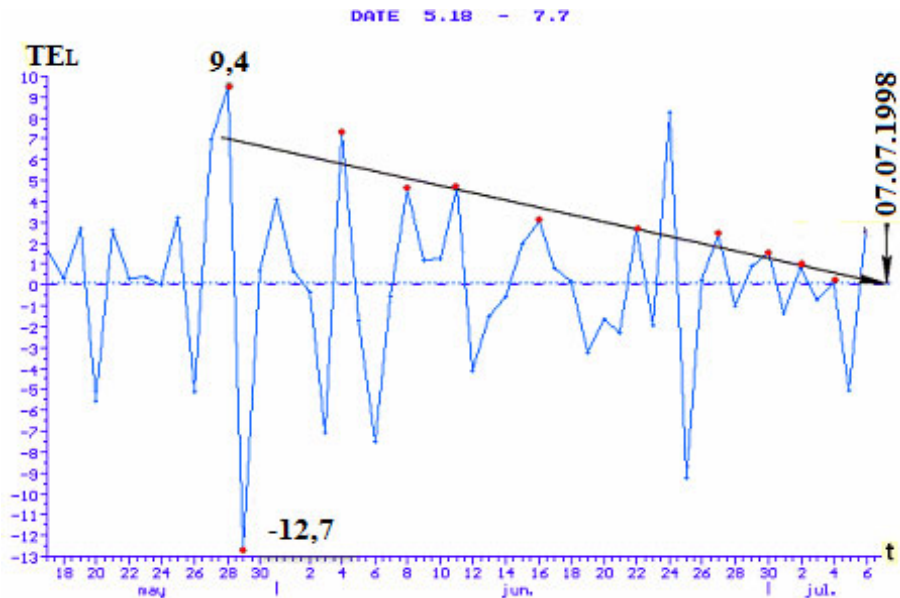
Երկրաշարժերի կազմավորվող օջախների պարամետրերի որոշումը կարճապարբերական նախանշաններով

Երկրաշարժերի կարճապարբերական նախանշաններ համարվում են TM դաշտի օրական միջին արագությունների փոփոխությունները: TM դաշտի վարիացիայի համար պատճառ են հանդիսանում մի խումբ էկզոգեն և էնդոգեն երևույթներ: Առաջին խմբի մեջ մտնում են Արևի և Լուսնի ազդեցությունները, երկրորդ խմբի մեջ՝ երկրակեղևում ընթացող անհամասեռ տեկտոնական դեֆորմացիաներն ու տեղի ունեցող երկրաշարժերը, որոնք TM դաշտի մեջ ստեղծում են տարբեր մեծության ամպլիտուդներով և պարբերություններով վարիացիաներ, ինչի հետևանքով կազմավորման տարբեր փուլերում գտնվող երկրաշարժերի օջախների լոկալ տեկտոնամագնիսական էֆեկտները երևակվում, կամ անհետանում են ԵՄԴ-ի դիտարկված արժեքների շարքում: Հայտնաբերված լոկալ էֆեկտների ամենակարճ պարբերությունը մեկ օր է, ինչը պայմանավորված է նրանով, որ օգտագործվում են TM դաշտի վարիացիայի օրական միջին արժեքները:

Մագնիտուդի մեծության որոշումը:

Նկ. 1-ում ներկայացված է $M=4,2$; $R_0=179$ կմ (Բավրա կայանից);

07.07.1998թ. պարամետրերով երկրաշարժի օջախի նախանշանն իր վերջին փուլում հարվածից առաջ:



Նկ.1. Տեկտոնամագնիսական դաշտի փոփոխության օրական միջին արագությունների ժամանակային գրաֆիկը $M=4,2$; $R_0=179$ կմ (Բավրա երկրամագնիսաչափական կայանից); 07.07.1998թ. երկրաշարժի օջախի կազմավորման վերջին փուլում:

Ինչպես երևում է TM դաշտի օրական միջին արագությունների ժամանակային գրաֆիկից, 27.05.1998թ.-ին սկսվել են կտրուկ և մեծ ամպլիտուդներով վարիացիաներ, որոնց մեջ առաջին (գլխավոր) ամպլիտուդի մեծությունը կազմում է՝

$$TEL + TER = 22,11 \text{ նՏլ} \quad (1)$$

TEL-ը և TER-ը ներկայացնում են TM դաշտի դիտված լոկալ և ռե-գիոնալ բաղադրիչները:

Համաձայն (Оганесян, 2009) աշխատանքի մեջ ստացված՝

$$M = \frac{TE}{c} \quad (2)$$

առնչության ($c=5,3$ նՏլ/մագ Երկրակեղևի տեկտոնամագնիսական գործակիցն է) (1)-ի մեծությանը համապատասխանում է $M=4,17$ մագնիտուդ ունեցող կազմավորվող օջախ (ըստ Սեյսմիկ պաշտպանության Հյուսիսային ծառայության սեյսմիկ կատալոգի $M=4,2$):

Հիպոկենտրոնային հեռավորության որոշումը

Համաձայն նշված [1] աշխատանքի, կազմավորվող օջախների հիպոկենտրոնային հեռավորությունները դիտարկման կետից հաշվվում են՝

$$Ro=a \cdot M / T E L \text{ էֆ.} \quad (3)$$

առնչությամբ, որտեղ $a=33,4$ նՏլ/կմ $M=1$ մագնիստոդով օջախի ստեղծած SU դաշտի մագնիսական մոմենտն է, $T E L_{\text{էֆ.}}$ -ը նույն դաշտի, դիտարկման կետում ձևավորված լոկալ բաղադրիչի էֆեկտիվ արժեքն է:

Վիճակագրական տվյալների մշակման արդյունքում փորձնական ճանապարհով ստացվել է՝

$$T E L_{\text{էֆ.}}=(1,0021 \cdot d-0,0035) \text{ նՏլ} \quad (4)$$

որտեղ՝

$d=|T E L_{\eta}| / |T E R_{\eta}|$ ներկայացնում է լոկալ և ռեզիոնալ բաղադրիչների մոդուլների հարաբերությունը:

(3)-ից և (4)-ից կստանանք՝

$$Ro=a \cdot M /(1,0021 \cdot d-0,0035) \text{ նՏլ} \quad (5)$$

$M=4,17$ մագնիստոդով օջախի դեպքում նկ. 1-ից d -ի մոդուլային արժեքը կլինի՝

$$|d|=|T E L_{\eta}| / |T E R_{\eta}|=|9,40| \text{ նՏլ} /|-12,7| \text{ նՏլ}=0,74$$

(5)-ից կստանանք՝ $Ro=174,1$ կմ, ըստ սեյսմալոգիական տվյալների՝ $Ro=179$ կմ:

Նման մեթոդով որոշվել են նաև նկ.1-ում հոծ նշված լարվածակետերին համապատասխանող կազմավորվող օջախների M և Ro պարամետրերը (աղյուսակ 1.), որը բերված է երկրաշարժերի կարճապարբերական նախանշանների կատալոգից:

Աղյուսակ 1

Սեյսմիկ և տեկտոնամագնիսական տվյալներով հաշվված M և Ro օջախների պարամետրերը

N	ՊԵՐԻՈԴ	V1նՏլ	V2նՏլ	TEնՏլ	M հաշ.	d նՏլ	Րոկմ հաշ.	M իր.	Րոկմ իրական	ԵՐԿՐԱ-ՇԱՐՇ. ԱՄՍԱԹԻՎ
196	(29-30).05	9.4	-12.7	22.11	4.17	0.8	187	4.2	179.0	07.07.1998
197	(30-31).05	-12.7	0.65	13.36	2.52	0.05	183	2.5	180.0	11.07.1999
198	(30.05-01.06)	-12.7	4.09	16.8	3.17	0.32	25.95	3.2	26.7	05.12.1998
199	(01-04).06	4.09	-7.08	11.17	2.11	0.58	17.2	2.1	18.0	23.07.1998
200	(04-05).06	-7.08	7.35	14.43	2.72	1.04	12.3	2.7	13.9	05.03.1999
201	(05-07).06	7.35	-7.51	14.86	2.8	0.98	12.7	2.8	12.0	07.08.1999
202	(05-07).06	7.35	-7.51	14.86	2.8	0.98	95	2.8	105.0	26.06.1999
203	(07-09).06	-7.51	4.59	12.1	2.28	0.61	16.6	2.3	16.5	07.08.1998
204	(12-13).06	4.72	-4.14	8.86	1.67	1.14	48.9	1.7	45.3	25.05.2000
205	(13-17).06	-4.14	3.04	7.18	1.4	0.73	64.05	1.4	64.0	16.12.1999
206	(24-25).06	-1.95	8.29	10.24	1.93	4.25	7.8	1.9	5.9	03.12.1999
207	(25-26).06	8.29	-9.22	17.51	3.3	0.90	13.3	3.3	13.2	14.01.1999
209	(25-26).06	8.29	-9.22	17.51	3.3	0.90	123	3.3	128.0	23.12.1998
210	(26-28).06	-9.22	2.4	11.62	2.19	0.26	30.5	2.2	31.6	30.04.2000
211	(06-09).07	-5.03	3.77	8.8	1.66	0.75	73.9	1.7	70.5	20.01.1999

Ինչպես երևում է աղյուսակից, 198-207 թվերով համարակալված երկրաշարժերը մոտ են դասավորված Բավրա ԵՄԿ-ին, որը գտնվում է Ջավախքի սեյսմաակտիվ գոտում: Նմանատիպ իրադրություն վերջին քսան տարում դիտվել է բազմաթիվ անգամներ, ինչը հաստատում է սեյսմաբանների այն կարծիքը, որ տարածաշրջանում ձևավորվող ցանկացած միջին կարգի ($M=4-5$) օջախի ազդեցությունները նախօրոք երևակվում են թույլ երկրաշարժերի տեսքով վերը նշված գոտում: Տվյալ պարագայում <Բավրա> ԵՄԿ-ին մոտ թույլ երկրաշարժերի ի հայտ գալը պայմանավորված է $M=4,2$; $R_0=179$ կմ երկրաշարժի օջախի կազմավորմամբ:

Երկրաշարժի օրվա որոշումը

Ինչպես երևում է նկ. 1-ից, 29.05.1998թ.-ից սկսվում է TEL -ի ամպլիտուդների մեծությունների օրինաչափ անկում, ինչը համապատասխանում է արդեն ձևավորված այն օրենքին, ըստ որի հարվածի պահից առաջ SU դաշտում տեղի ունի՝

$$TE \rightarrow 0, (TEL \rightarrow 0; TER \rightarrow 0) \quad (6)$$

պայմանը, որի վրա էլ հենվում է երկրաշարժի օրվա՝ ամիս-ամսաթվի որոշումը:

Կատարելով գծային ապրոկսիմացիա նկ.1-ում հոծ նշված լարվածակետերի արժեքներով՝ կստանանք անկումով ուղիղ, որի հավասարումն է՝

$$TEL = -0,22 t + 8,51$$

Այս հավասարումը լուծելով համաձայն (6) պայմանի կստանանք՝
 $t=39$ օր

որի սկիզբը հաշվվում է 29.05.1998թ.-ից: Գումարելով այդ ամսաթվին 39 օր կստանանք սպասվող երկրաշարժի ամսաթիվը՝

$$29.05.1998\text{թ} + 39\text{օր} = 07.07.1998\text{թ}.$$

Նկ. 1-ից էլ երևում է, որ ապրոկսիմացված ուղիղը ժամանակի առանցքի հետ հատվում է 07.07.1998թ.- կետում, որտեղ տեղի ունի (6) պայմանը:

Երկրաշարժը տեղի է ունեցել 07.07.1998թ.-ին:

Նշենք, որ (Оганесян, 2009) աշխատանքում ներկայացված կազմավորվող օջախների պարամետրերի որոշման TM մեթոդը թույլ է տալիս երկրաշարժի օրը որոշել ոչ պակաս քան ± 3 օր ճշտությամբ:

Երկրաշարժերի կազմավորվող օջախների էպիկենտրոնային հեռավորության և խորության որոշումը

Կազմավորվող օջախների էպիկենտրոնային հեռավորության (Re) մեծությունը որոշելու համար, մեծ վիճակագրությամբ (ավելի քան

10000 օջախի համար) ուսումնասիրվել է Ro-ի և Re-ի միջև եղած կապը, ինչը ցույց է տվել, որ նրանց միջև գոյություն ունի գծային կախվածություն, որն արտահայտվում է հետևյալ անալիտիկ արտահայտությամբ՝

$$Re = J1 \cdot Ro + J2 \quad (7)$$

J_1 և J_2 գործակիցների մեծությունները օրինաչափորեն կախված են օջախի H խորության մեծությունից: Այդ պատճառով H-ի յուրաքանչյուր արժեքի համար հաշվվել են նշված գործակիցների թվային արժեքները աղ. 2:

(7)- մեծությունը կարելի է հաշվել նաև TE դաշտի պարամետրերով:

Աղյուսակ 2

H	j_1	j_2	g_1	g_2	g_3	KH
5	1.0009	-0.2915	-0.3224	0.0014	0.9999	0.7884
10	1.0034	-1.2402	-1.5264	0.0507	0.9984	1.5829
15	1.0105	-2.3915	-3.0789	0.0285	0.9992	2.3774
20	1.0293	-5.3637	-6.6100	0.237	0.9924	3.1719
25	1.0181	-5.0211	-8.6059	0.1033	0.9980	3.9664
30	1.0118	-5.5803	-12.8100	0.0871	0.9989	4.7609
35	1.0148	-6.7723	-17.0180	0.0608	0.9994	5.5554
40	1.0426	-17.325	-34.9750	0.6177	0.9945	6.3473

Այդ նպատակով փնտրվել է ֆունկցիոնալ կապ կանխատեսման պարամետրերի ($TE_{L\eta}$; TE_{η}) և (Re ; H)-ի միջև հետևյալ ճանապարհով:

Ս. Հովհաննիսյանի (Оганесян, 2009) աշխատանքից ունենք՝

$$TE_{L\eta} / TE_{\eta} = H / Ro$$

Այս հավասարումը ներկայացնենք հետևյալ տեսքով՝

$$TEL / TE = H \cdot Re / Re / Ro \quad (8)$$

որտեղ տվյալ երկրաչարժի օջախի համար $H/Re=const$ չափողականություն չունեցող մեծություն է: Հետևաբար՝ (8)-ից կարող ենք ասել, որ $TE_{L\eta}/TE_{\eta}$ հարաբերությունը ֆունկցիա է Re/Ro հարաբերությունից՝

$$TEL_{\eta} / TE_{\eta} = f(Re/Ro) \quad (9)$$

այսինքն՝ $TE_{L\eta}/TE_{\eta}$ հարաբերությունը ուղիղ համեմատական է Re/Ro հարաբերությանը, որն իրականում Ro -ով և Re -ով կազմված a անկյան $\cos$ -ն է: (9)-ը թույլ է տալիս այդ հարաբերությունների միջև փնտրել ֆունկցիոնալ կապ: Այդ նպատակով բազմանդամային ապրոկսիմացիայի միջոցով ուսումնասիրվել է ֆունկցիոնալ կապը նշված հարա-

բերությունների միջև: Re-ի և Ro-ի արժեքները վերցրված են Ազգային սեյսմոլոգիական կատալոգից:

Կատարված ապրոկսիմացիայի արդյունքում ստացվել է հետևյալ հավասարումը՝

$$Re/Ro = -g_1 \cdot (TEL/TE)^2 + g_2 \cdot TEL/TE + g_3 \quad (10)$$

$-g_1$, g_2 , g_3 գործակիցների մեծությունները կախված են օջախի H խորության մեծությունից: Նրանց հաշվված արժեքներն, ըստ օջախների համապատասխան խորությունների, ներկայացված են աղ. 2-ում: Ունենալով Cosa-ն, որոշվել են Re-ի արժեքները, որից հետո հայտնի եռանկյունաչափական առնչության համաձայն Ro-ի և Re-ի արժեքներով հաշվվել են օջախների խորությունների մեծությունները (աղ.3):

Աղյուսակ 3

Էպիկենտրոնային հեռավորությունների և խորությունների մեծությունների գնահատումն ըստ տեկտոնամագնիսական և սեյսմալոգիական տվյալների:

Երկրաշարժի Ա/Ա	TEL	TE	M	Ro	TEL/TE	Re/Ro	Reհաշ.	Reսեյս.	հհաշ.	հսեյս.
21.12.1995	2.78	7.95	1.50	18	0.350105	0.823174	14.93	14.43	10.22	10.0
25.08.1995	2.02	6.36	1.20	19.8	0.318277	0.858889	17.05	16.62	10.14	10.0
27.07.1995	4.21	8.48	1.60	12.7	0.496212	0.607139	7.85	7.30	10.09	10.0
22.01.1996	2.01	10.6	2.00	33.3	0.189246	0.962098	31.73	31.71	9.08	10.0
07.08.1998	0.49	23.32	4.40	301.31	0.020915	0.99646	300.27	300.90	25.33	25.0
12.08.1998	9.49	17.49	3.30	11.61	0.542798	0.520271	5.89	5.63	9.91	10.0
12.08.1998	6.84	15.9	3.00	14.65	0.430163	0.715393	10.7	10.08	10.24	10.0
24.06.1998	2.35	12.72	2.40	34.05	0.185077	0.96432	32.54	32.51	9.01	10.0
19.08.1998	6.47	12.19	2.30	11.88	0.530462	0.544121	6.42	6.05	9.97	10.0
20.08.2008	0.43	6.36	1.20	93.22	0.067602	0.998307	93.08	92.95	5.42	5.0
14.03.2011	0.29	21.2	4.00	457.23	0.013783	0.995409	455.47	456.37	43.76	40.0
25.09.1998	0.78	20.67	3.90	166.25	0.037906	0.998143	165.95	166.10	10.13	10.0
06.12.1999	0.59	16.43	3.10	174.89	0.036033	0.998014	174.61	174.74	11.02	10.0
10.12.2005	0.55	26.5	5.00	302.66	0.020822	0.996448	302	302.25	25.49	20.0

Ինչպես տեսնում ենք, օջախների էպիկենտրոնային հեռավորությունների և խորությունների հաշվարկված արժեքներն, ըստ տեկտոնամագնիսական պարամետրերի, ունեն բավարար ճշտություն:

Անկախ էպիկենտրոնային հեռավորության մեծությունից՝ կազմավորվող օջախի խորությունը կարելի է հաշվել նաև փորձնական ճանապարհով ստացված հետևյալ առնչությամբ

$$H = KH \cdot R_0 \cdot TEL/TE \quad (11)$$

որտեղ KH -ի արժեքը վերցվում է աղ.2-ից ըստ համապատասխան H -ի:

10-ը և 11-ը լուծելով H -ի և Re -նկատմամբ ըստ աղ.2-ում ներկայացված գործակիցների կստանանք հավասարումների համակարգ, որոնցից մեկ գույգի արժեքները կբավարարեն

$$(Re)^2 + (H)^2 = (R_0)^2$$

պայմանին, որն էլ կներկայացնի տվյալ TE_1/TE հարաբերությանը համապատասխանող երկրաշարժի կազմավորվող օջախի պարամետրերի արժեքները:

Եզրակացություն

Ամփոփելով այս աշխատանքի արդյունքները, կարելի է ասել, որ TM դաշտի փոփոխման օրական միջին արագությունների մեթոդով, կազմավորվող երկրաշարժերի օջախների պարամետրերի որոշումն ունի մի շարք առավելություններ նախկինում մշակված (Оганесян, 2009) մեթոդի նկատմամբ, որոնք ոչ միայն հեշտացնում են հաշվարկները, այլև բարձրացնում են պարամետրերի որոշման ճշտությունը:

Արագությունների մեթոդի կարևորագույն առավելությունն է, որ այն երկրաշարժերի կազմավորվող օջախների պարամետրերի մեծությունների նախօրոք գնահատման ժամանակ լիովին բացառում է հոդվածի սկզբում նշված սահմանափակումները և հնարավորություն ունի գնահատելու այդ օջախների էպիկենտրոնային հեռավորությունների և խորությունների մեծությունները:

Նշված առավելությունները թույլ են տալիս օջախի պարամետրերի գնահատման համար օգտագործել առավել կարճ թվային շարքեր, ինչը բարձրացնում է գործընթացի օպերատիվությունը և ստացված տվյալների ստուգման կրկնելիությունը: Վերջինիս անհրաժեշտությունը կարևորվում է հատկապես օջախի վերջին փուլում, երբ տեկտոնամագնիսական դաշտի մեջ դիտվում են նրա պարամետրերի արագընթաց անկումներ:

Օգտագործված գրականություն

Оганесян С. Р. Оценка сейсмической опасности на основе изучения динамики тектономагнитного поля. Ереван, Изв. НАН РА Науки о Земле, 2009, 1, с. 40-47.

Հովհաննիսյան Ս. Ռ., Ղուկասյան Օ. Գ., Արզումանյան Լ. Ա. Ռաչայի 07.09.2009թ.-ի 6.1 մագնիտուդով երկրաշարժի կանխատեսման փորձ, Կիրառական երկրաբանության և աշխարհագրության արդի հիմնահարցերը, Երևան, ԵՊՀ-ի հրատարակչություն, 2011, էջ 250-258:

Оганесян С.Р., Петросян К. К. Опробация тектономагнитного метода оценки параметров образующегося очага землетрясения на примере Ванского землетрясения: 23.10.2011г., $M=7,3$, Науки о Земле, 2014, т. 67, с. 47-53.

Գրախոսող՝ Ս. Առաքելյան

АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОБРАЗУЮЩИХСЯ ОЧАГОВ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

С. Р. Оганесян

Резюме

Предложен новый альтернативный метод оценки параметров очагов землетрясений, для которого использованы среднесуточные значения скоростей изменения тектономагнитного поля. Этот метод имеет некоторые преимущества по отношению к аналогичному методу обработанному нами ранее. При обработке первичного материала не требуются добавочных операции для фильтрации векового хода геомагнитного поля и индукционных эффектов. Этим методом наряду с другими параметрами очага определяются также его эпицентрального расстояние и глубина.

AN ALTERNATIVE METHOD FOR DEFINITION OF THE PARAMETERS OF FORMING SOURCES OF TECTONIC EARTHQUAKES

S. R. Hovhannisyan

Annotation

A new alternative method for the estimation of the parameters of the tectonic earthquakes formation sources is developed. For that reason the average daily values of velocities of changes of tectonomagnetic field are used. This method has an advantage over the analogue method developed by us before. For the working-out of the initial material we don't need additional operations to filter the secular course of geomagnetic field and induction effects. By this method and with the other parameters of the source the epicenter distance and its depth are also determined.

GEODETIC MEASUREMENTS ON THE YEGHVARD RESERVOIR

© 2016 г. S. V. Tovmasyan, N. Kh. Gyurjyan, A. A. Margaryan,
A. L. Vasilyan

*National University of Architecture and Constriction of Armenia,
Teryan 105, Yerevan, Armenia*

E-mail: suren.tovmasyan@gmail.com

Հանձնված է խմբագրություն 02.11.2016 թ.

In this article we present two different methods of geodetic measurement on Yeghvard reservoir. The comparison of results obtained by both traditional geodetic measurements and UAV show that surveying performed by drone is more efficient in terms of accuracy and time consumption. The method is especially efficient during geodetic measurements in inaccessible places.

Background

Negotiations were conducted with Japan International Cooperation Agency (JICA) for financing the re-construction of the reservoir. According to the information of RA Water State Committee the technical investigations will be finalized in 2016.

In order to understand the present status and the significance of the reservoir full topographic survey has been conducted in the site, which includes:

1. Plane survey for Yeghvard reservoir topographic drawings by 1/2,000 scale contour at 0.50m 1540 ha,
2. Plane survey for feeding canal 1 topographic drawing by 1/2,000 scale contour at 0.50m 51ha,
3. Plane survey for feeding canal 2 topographic drawings by 1/2,000 scale contour at 0.50m 73ha,
4. Plane survey for feeding canal 3 topographic drawings by 1/2,000 scale contour at 0.50m 92ha,
5. Reporting

The latest geodetic equipment and software packages were used for the survey.

1.Description of the survey area

The survey area is characterized by complex relief and structures. The reservoir area constitutes mainly arable lands. Only in the northwest part some perennial houses are in place.

All along the northern reach of the reservoir the Arzni-Shamiram Irrigation Canal passes, which is the main water supply source of Yeghvard reservoir. The reservoir has two dams, which are located in the southeast and west.

Several options were discussed for feeding and diversion systems and

topographic survey works were carried out for these options. The feeding canal is foreseen to start in the Arzni-Shamiram and Arzni branch intersection. Two options were considered for diversion canal. In the first option the canal is running through a gulch in Nor Erznka, while in the second it is running along the northern fringe. Both are illustrated in the Figure 3 below.

In view of the above mentioned peculiarities the procedure and time schedule of survey works have been developed, as well as the relevant equipment have been selected.

All the reservoir area, the northern areas for diversion and feeding canals have been surveyed with the latest technologies, i.e. with unmanned aerial vehicle and respective set of software. While the other option for the diversion canal has been surveyed with total stations and GPS system based on the peculiarities of the area.

2.Comprehensive Aerial Photography With Unmanned Aerial Vehicle

The technology of aerial photography based on drones consists of the following stages:

Preparatory works

Aerial photography of the area is a set of works with different stages including digital photography of the ground surface with a flying machine in order to produce digital photos and afterwards elaborate photo maps and orthophoto plans of the target area.

Preparatory works including:

- data collection and systematization - maps or photographic materials, lists of benchmark coordinates from National Benchmark Grid or boundary network etc.
- calculation of the parameters for transition from WGS-84 coordinate system into the coordinate system which we need.
- analysis of the physical and geographical characteristics of the target area – forests, mountains, water, average temperature, etc.
- elaboration of technical design and maps (schemes) showing the boundary of the target sites and implementation schedule;
- calculation and data loading into the ground control station: the height of the photo shooting, the longitudinal and lateral overlap, borders of the photo shooting, position of starting point with respect to the most high-rise buildings, selection of landing site;
- selection of points for horizontal and vertical provision of images (benchmarks and control points), as well as selection of method for determining the coordinates of these points;
- obtaining permission for the flight;
- technical inspection and preparation of instruments and equipment for work;
- inspection and charging of batteries.

Field works

Using unmanned aerial vehicle with an installed photographic equipment allows to produce high-resolution aerial photographs of the area at a given height in a certain place and time. At first during field works we are choosing base map, highlighting coverage area as a rectangle or polygon, we are setting desired Ground Sampling Distance (i.e. 5 cm (2 in) / pixel). Flight altitude defined automatically as a result of given pixel (e.g. 5 cm/pixel = 162 m altitude). This altitude determines maximum single-flight coverage possible, automatic definition of flight lines & image capture points, set image overlap, necessary for stereo coverage, define safe landing zone inspection and establishment of points for horizontal and vertical provision of images (at least 5 points in the target area), as well as their measurement.

Field works including:

- clarify the location of the launch pad to start the unmanned aerial vehicle;
- measurement of wind speed and direction - with wind speeds above 10 m / s the flight must be postponed to more favorable weather;
- fixing catapult so that drone can fly against the wind;
- assembling drones;
- deploying ground control station (GCT);
- checking connections and operation of mobile elements of the plane;
- loading route program into the drone;
- loading the coordinates of return of the drone;
- start the drone from a starting device or elastic catapult;
- implementation of aerial photography in the automatic mode;
- monitor the implementation of the rout program, speed of the drone, wind speed, voltage in batteries, as well as control over the remaining time of the flight;
- landing the drone in automatic mode;
- copy of telemetry data and digital aerial photographs produced by the drone;
- preliminary analysis of digital images of the area to identify disruption and non-triple overlap
- analysis and examination of UAV, packing in a carrying case;
- folding of ground control station.

Cameral works

The resulting high quality photos have the required overlap and photographing centers linked with a GPS surveying equipment can process the materials with the help of special software as quick and as accurate as possible. The output of the processing of the images will be presented as photo maps, photo plans or orthophoto plans. The accuracy of the results depends on the height of the photo shoot, weather conditions and the resolution of the applied photo equipment. At the moment, the accuracy of orthophoto plans meets the requirements of geodesy, topography and cadaster, and the produced 3D models

of the area allow to quickly assess the quantity and site of construction works, mining, etc.

Cameral works including:

- Copying the resulting data - photos, telemetry, field data from ground-based GPS-receivers - in the photogrammetric station;
- Processing of data from the GPS receivers: receiving point coordinates of horizontal and vertical provision of images, centers photography;
- visual assessment of the quality of photos and sorting of images;
- download images and telemetry into special software;
- formation of routes and division into blocks;
- installation of benchmarks;
- photogrammetric processing;
- digital elevation modelling (height matrix);
- production of digital orthophoto plan;
- marking on the maps;
- interpretation and digitization of the facilities in the area;
- filling the semantic information of facilities;
- production of digital electronic map.

The completely new mapping solution Trimble® UX5 sets new standard for fast and secure data collection offering fully complete system based on the most powerful and advanced technologies, such as reverse and automatic systems of control and safety. (<http://uas.trimble.com/ux5>).

3. Performed research

Before starting any survey work it was necessary to study the nearby points in the national benchmark grid. After studying the arrangements of the geodetic points in the reservoir area it was decided to obtain coordinated of 3 geodetic points which are kept in Center of Geodesy and Cartography SNCO.

It should be noted that in the Republic of Armenia a real time functioning grid is in place which facilitated our work since the GPS equipment are working within the same coordinate reference system. The survey team also conducted field visits to inspect each geodetic point and to measure them with our equipment in order to make sure that the coordinates measured by our team are within the same reference system. The monitoring results are given below.

Table 1.

The measured coordinates of geodetic points.

Name	X	Y	H
Hoxatumb	4461685.923	452858.364	1320.379
Arapar	4462282.13	450652.861	1383.07
Eghvard	4467280.733	457180.435	1384.965

Table 2.

The difference between the given and measured coordinates of geodetic points.

Name	ΔX	ΔY	ΔH
Hoxatumb	-0.007	-0.017	-0.007
Arapar	-0.015	0.002	0.007
Eghvard	-0.103	-0.105	0.511

The analysis of the received results showed that our GPS coordinates differ from the coordinates of Center of geodesy and cartography for a few millimeters, which is completely acceptable since we had been working with RTK method.

Only Yeghvard geodetic point was problematic since the difference exceeded the acceptable margin. Our studies and surveys revealed that the coordinates of Yeghvard geodetic point was defective.

After studying the National benchmark grid points our working group started examining the target area and selecting suitable locations for the new benchmark grid. The experts of the working team decided to install 6 geodetic points in compliance with the following requirements:

1. Benchmarks installed below the freezing zone with depth of 1-1.2 m.
2. DN 100 mm steel pipes were used as working material which were afterwards painted red and numbered with white paint.
3. GPS monitoring was conducted for each point and the coordinates as well as the absolute elevations were established.
4. Topographic survey at Yeghvard reservoir with unmanned vehicle

The equipment described in the chapter above was used for the survey of Yeghvard reservoir. Since the reservoir area is about 1540 ha it was impossible to complete the survey with a single flight. Therefore, the area was split into 12 sections, Figure 2

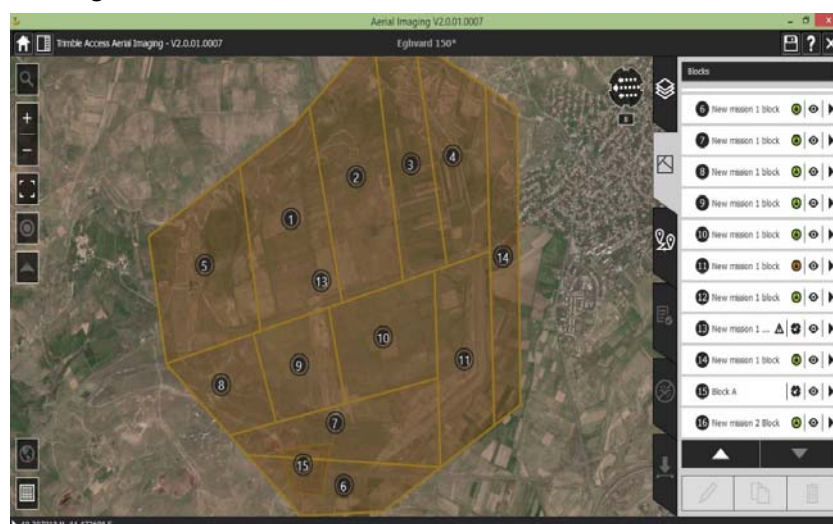


Figure 1. The arrangement of survey sections

The selection of sections was made based on the peculiarities of the given relief. For each section a safe takeoff and landing place was chosen (Figure 3).

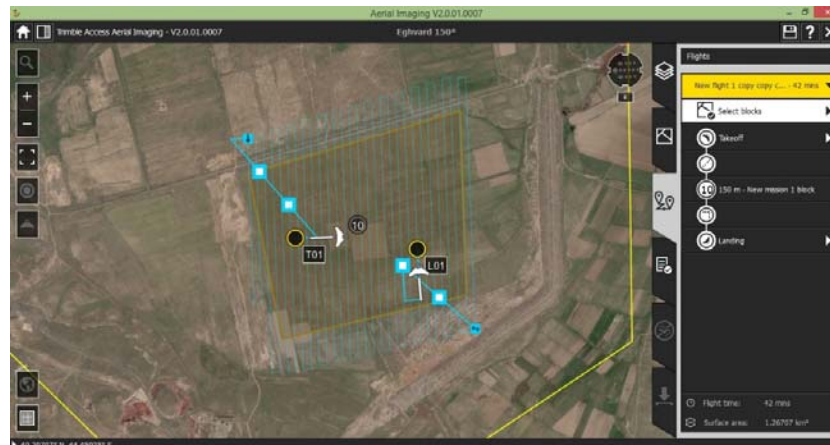


Figure 2. Establishing takeoff and landing points by means of special software

From the very beginning it was intended to carry out all survey works within RA reference system so that later on no problem arises with regards to land alienation and that all the results can be connected to the cadastral map.

In order to meet this requirement land benchmarks of 1.3*1.3 m were installed along the fringe and in the center of each section and the coordinates of those benchmarks were established via Trimble R7 GPS system before starting the flights.

Five or six similar benchmarks were selected for each section. Their coordinates were transferred to Trimble Business Center and with special instructions the photos were transferred to WGS-84 coordinate system used in Armenia. It should also be noted, that in Armenia the system of Baltic Sea is used as basis for elevations. The survey works were also implemented within this system.

More than 150 GB information was collected through aerial survey which was processed with special licensed software packages. These packages were used for the following important actions:

1. Transferring survey photos and flight file of .jxl format to Trimble Business Center software system;
2. Adjustment and scaling of adjacent photos;
3. Loading the coordinates of land benchmarks into the system which, as described earlier, are produced by measuring the centers of black and white benchmarks by means of GPS.
4. Each benchmark is visible in more than ten photos. By choosing the benchmark and showing its location adjustment is being done bringing all photos to the required coordinate and elevation system;

5. After absolute adjustment the point cloud is created which is used for getting the surface and contour lining;
6. After creating the required form of contour lines the file is transferred to CAD system and processed.

After final processing the contour lines of all sections were merged resulting in one complete unit for surface area of 1,540 ha.

Survey works in the feeding and diversion canals were implemented following the same principle except 3rd canal which was measured with GPS and total stations.

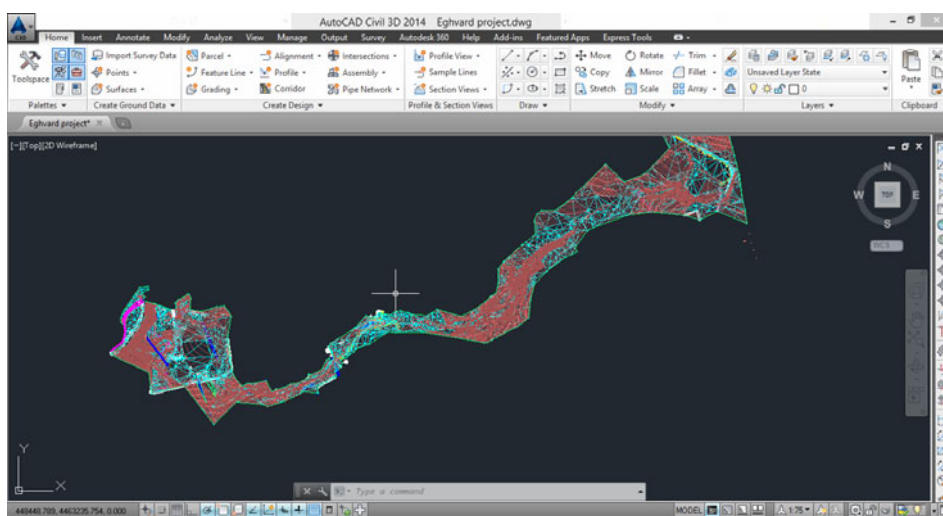


Figure 3. Conventional survey of the conveyance system alignment

This alignment is characterized by complex relief and built-up area. Before starting the survey works a survey grid was created on the site. Afterwards the relief was surveyed by means of total station. More than 3,900 points were surveyed which were later processed by AutoCAD program.

Arzni-Shamiram irrigation canal was also surveyed with the abovementioned method. The contours of the canal are presented with absolute accuracy.

Conclusion

Based on the measure results and the spent time we have compared traditional geodetic measurements and the cartographic works with the UAV shown in the 3th table.

Table 3.

The difference of traditional geodetic measurements and the cartographic works with UAV

	UAV	GNSS	Comments
Area	1.5 km ²	1.5 km ²	
Marking and measuring earth study points	1 ¼ hours	---	Study points are not necessary for all tasks
Time settings	15 min	15 min (in day)	
Time measuring	45 min	30 ½ hours (4 days)	
Time folding	15 min	15 min (in day)	
Time treatment	4 hours (2.80 GHz Intel Core i7, 16 GB RAM)	---	The data can be processed at night
Overall time	6 hours 30 min	32 hours 30 min	5time faster than GNSS
Density measuring	4 centimeters (with altitude 120 meters)	15 meters	Maximum density 2.4 centimeters
In terms of accuracy	2 centimeters	1 centimeters	
Height accuracy	4 centimeters	2 centimeters	

We have compared the works on the area 1.5 km². Cartographic works with GNSS will take 4 days. Cartographic works with the UAV for the same area take 40 min. Data processing time for both measurements is the same but our measurements data were processed automatically. After comparing it became evident that the measurement method used and offered by us in term of time consumption is 5 times productive than any traditional measurement method.

After this analysis, for big areas and with difficult terrain (if scaling factor is equal or bigger to 1:1000), we recommend to do cartographic works by the aero photogrammetric method.

REFERENCE

GNSS Follow-up to the Third United Nations Conference on the Exploration and Peaceful Uses of Outer Space (UNISPACE III) - Report of the action team on Global Navigation Satellite Systems (GNSS), UN, ST/SPACE/24, 2004.

Guidelines for the use of GNSS in land surveying and mapping, Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS), Practice Standards, 2010

<http://uas.trimble.com/ux5>

http://trl.trimble.com/docushare/dsweb/Get/Document-804832/UX5_AerialImagingUserGuide_v2.2.3_RevA_English.pdf

<https://www.e-education.psu.edu/natureofgeoinfo/book/export/html/1620>

Գրախոսող՝ Հ. Բաբայան

ԵՂՎԱՐԴԻ ԶՐԱՄԲԱՐԻ ԳԵՈԴԵԶԻԱԿԱՆ ՉԱՓԱԳՐՄԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԸ

Ս. Վ. Թովմասյան, Ն. Խ. Գյուրջյան, Ա. Ա. Մարգարյան, Ա. Լ. Վասիլյան

Ամփոփում

Հոդվածում ներկայացված են Եղվարդի ջրամբարում իրականացված գեոդեզիական չափագրման արդյունքները, որոնք կատարվել են երկու տարբեր եղանակներով: Ստացված արդյունքների համեմատությունը ցույց տվեց, որ անօդաչու թռչող սարքի կիրառումը առավել արդյունավետ է ինչպես չափագրման ճշտության տեսանկյունից, այնպես էլ պահանջվող ժամանակից: Վերջինիս կիրառումը հատկապես արդյունավետ է դժվար հասանելի վայրերում հանույթ իրականացնելիս:

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ НА ВОДОХРАНИЛИЩЕ ЕГХВАРД

С. В. Товмасян, Н. Х. Гюрджян, А. А. Маргарян, А. Л. Василян

Резюме

В статье представлены геодезические измерения, выполненные на Егвардском водохранилище с использованием двух различных методов. Сравнение результатов измерений показало, что геодезические работы с применением дрона более эффективны, как с точки зрения точности измерений, так и требуемого времени. Применение дрона особенно эффективно для геодезических измерений в труднодоступных местах.

ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԿՈՐՈՒՍՏՆԵՐ

ԱՇՈՏ ԻԼՈՑԻ ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ
(1935 - 2016)



2016թ. սեպտեմբերին, կարճատև հիվանդությունից հետո, ԱՄՆ-ում կյանքից հեռացավ Հայաստանի օգտակար հանածոների հանքավայրերի երկրաբանության, միներալոգիայի, երկրաքիմիայի և մետաղաձուլության բնագավառներում ճանաչված գիտնական, ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս, Ռուսաստանի ԲԳԱ անդամ, երկրաբանա-հանքաբանական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր **Աշոտ Իլտյի Կարապետյանը**:

Ա.Կարապետյանը ծնվել է 1935թ. ապրիլի 20-ին, Էջմիածին քաղաքում, զինծառայողի ընտանիքում: Միջնակարգ կրթությունը ստացել է Գյումրիում: 1953-1958թթ. սովորել և ավարտել է ԵՊՀ երկրաբանական ֆակուլտետը՝ ստանալով ինժեներ-երկրաբանի որակավորում:

1958-1991թթ. Ա.Կարապետյանն աշխատել է ՀԽՍՀ ԳԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտում, զբաղեցնելով գիտաշխատողի, ավագ գիտաշխատողի, կանխատեսումային-մետաղաձուլական լաբորատորիայի վարիչի, այնուհետև, 1986-1991թթ., գիտության գծով տնօրենի տեղակալի պաշտոնները: 1960-1963թթ. սովորել է ԵԳԻ ասպիրանտուրայում և 1964թ., հաջողությամբ պաշտպանելով գերմանիումի երկրաքիմիային և հանքաբանությանը նվիրված թեկնածուական ատենախոսությունը, ստացել է երկրաբանա-հանքաբանական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճան:

Նրա գիտական հետաքրքրությունների շրջանակն ընդգրկում է Հայաստանի հանքային ֆորմացիաներում հանդիպող հազվագյուտ և ազնիվ տարրերի երկրաքիմիային և միներալոգիային առնչվող հարցերը: Բազմամյա հետազոտությունները Ա.Կարապետյանին հնարավորություն ընձեռեցին Հայաստանի տարբեր՝ պղինձ-մոլիբդենային, ոսկի-բազմամետաղային, պղինձ-հրաքարային ֆորմացիաների հանքավայրերում առաջին անգամ հայտնաբերել հազվագյուտ և ազնիվ այնպիսի միներալներ, ինչպիսիք են գերմանիտը, ռենյերիտը և տելուրիտները, բացահայտել նրանց առաջացման պայմանները և ծագմանաբանական առանձնահատկությունները: Այդ աշխատանքների արդյունքներն ամփոփվեցին «Հազվագյուտ և ազնիվ տարրերը Հայաստանի հանքային ֆորմացիաներում» կոլեկտիվ մենագրության մեջ, որն

արժանացավ Հայաստանի Պետական մրցանակի գիտության բնագավառում (1974թ.):

1979թ. Մոսկվայի Հազվագյուտ տարրերի միներալոգիայի և երկրաքիմիայի ինստիտուտում (ИМГПЭ) Ա.Կարապետյանը հաջողությամբ պաշտպանեց դոկտորական ատենախոսությունը «Փոքր Կովկասի Փամբակ-Ջանգեզուրյան մետաղածնական գոտու հանքային ֆորմացիաները» թեմայով:

Նոր պատկերացումների լույսի ներքո նա կարողացավ ներկայացնել Հայաստանի տարածքի երկրակեղևի սահմաններում հանքայնացման համար բարենպաստ մետաղածնական գոտիների և հանքային հանգույցների առաջացման հնարավորությունները, դասակարգել բազմաէտապային, երբեմն նաև բազմաֆորմացիոն հանքավայրերի տիպերը, առաջարկելով «հանքային ֆորմացիա» հասկացության նոր սահմանում: Սա հնարավորություն է տալիս նույն հանքային ֆորմացիայում խմբավորել հանքավայրեր (օրինակ՝ Սոթքի և Մեղրաձորի ոսկի-տելուր-բազմամետաղային հանքավայրերը), որոնք բնութագրվում են առաջացման յուրահատուկ երկրաքիմիական և երկրաբանական պրոցեսներով: Այս գիտական մոտեցումներն ամփոփվեցին «Փոքր Կովկասի Փամբակ-Ջանգեզուրյան մետաղածնային գոտու ներծին հանքային ֆորմացիաները» մենագրության մեջ (1982թ.), որտեղ տրվում է Փամբակ-Ջանգեզուրյան մետաղածնային գոտու կանխատեսումային-մետաղածնական գնահատականը:

80-ական թվականներին Ա.Կարապետյանը, իր խմբի հետ միասին, հայտնաբերեց և ուսումնասիրեց Գոմշատեղի (Սյունիքի մարզ) ֆումարոլ-սոլֆատարային ծագման օպալիտ-քվարցիտների նոր տիպի բարձրորակ սիլիկահողի հանքավայր միոցենի հրաբխային հաստվածքում:

Ա.Կարապետյանը հեղինակ և համահեղինակ է մի շարք մենագրությունների և շուրջ 150 գիտական աշխատությունների, հրատարակված հանրապետական և միջազգային գիտական մամուլում, ինչպես նաև ձեռագիր հաշվետվությունների և մասնագիտացված երկրաբանական քարտեզների:

Գիտական հետազոտական աշխատանքը նա հաջողությամբ զուգորդել է ակտիվ կազմակերպչական և հասարակական գործունեության հետ. վարել է Հայաստանի ԳԱ արհմիության միացյալ կոմիտեի նախագահի, ԳԱ Նախագահությանն առընթեր ցուցահանդեսային գիտական խորհրդի նախագահի, ինչպես նաև ԳԱ Նախագահության գործերի կառավարիչի պաշտոնները:

1989թ. Ա.Կարապետյանը ընտրվել է ՀԽՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, 1996թ.՝ ակադեմիկոս:

1991-1993թթ. Ա.Կարապետյանը վարել է ՀՀ Ընդերքի և հանքային ռեսուրսների նախարարի պաշտոնը:

Իր արդյունավետ և անխոնջ աշխատանքային գործունեության համար Ա.Կարապետյանն արժանացել է Հայաստանի կառավարական

պարզների, ինչպես նաև Ռուսաստանի ԲԳԱ հուշամեդալների, նրան շնորհվել է Դուբնայի համալսարանի պատվավոր դոկտորի կոչում, նա ընտրվել է Նյու-Յորքի Գիտությունների ակադեմիայի, Հայաստանի և Միջազգային Ճարտարագիտական մի քանի ակադեմիաների անդամ:

1994թ.-ից Ա.Կարապետյանը բնակություն հաստատեց ԱՄՆ-ում, որտեղ, մինչև 2004թ., աշխատել է "Ebarhart and Stone" ընկերությունում ավագ երկրաբանի պաշտոնում՝ մասնակցելով բազմաթիվ նախագծերի ստեղծմանը և իրագործմանը:

Այդ տարիներին Ա.Կարապետյանը, որպես գիտական խորհրդական մասնակցելով հայ-ամերիկայն ճարտարագիտական ընկերության գործունեությանը, պատվով ներկայացրել է Հայաստանի գիտական նվաճումների ոլորտը: Միաժամանակ նա շարունակել է Հայաստանի երկրաբանական խնդիրներին առնչվող գիտական հետազոտությունները՝ հրատարակելով հոդվածներ և հանդես գալով հայալեզու պարբերականներում Հայաստանի երկրաբանության տարբեր հարցերին նվիրված նյութերով: Նույնիսկ, վերջին տարիներին, արդեն անցած լինելով վաստակած հանգստի, նա միշտ ակտիվորեն հետևում էր Հայաստանում գիտության և, մասնավորապես, երկրաբանական գիտության առջև ծառացած խնդիրներին, ողջունում էր միջազգային համագործակցությանը միտված Հայաստանի երկրաբանների, մանավանդ երիտասարդ գիտնականների ջանքերը:

Ա.Կարապետյանի, երկրաբանության բնագավառում ճանաչված գիտնականի, գիտակազմակերպչական ոլորտի ակտիվ գործչի, ընկերասեր անձնավորության, հոգատար ամուսնու և հոր հիշատակը միշտ վառ կմնա գործընկերների և բոլոր նրան ճանաչողների հիշողության մեջ:

ՀՀ ԳԱԱ Նախագահություն

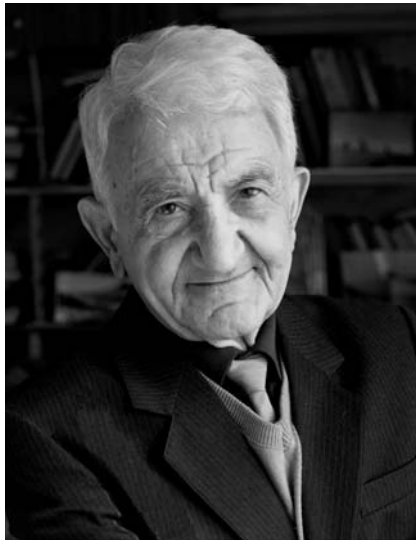
ՀՀ ԳԱԱ Քիմիական և Երկրի մասին գիտությունների բաժանմունք

ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ

ՀՀ ԳԱԱ «Գիտություններ Երկրի մասին» տեղեկագրի խմբագրություն

ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԿՈՐՈՒՍՏՆԵՐ

ՄԵՐԳԵՑ ՀԱՅԿԻ ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ
(1932 - 2016)



Ծանր, կարճատև հիվանդությունից հետո 2016թ. օգոստոսի 26-ին կյանքից հեռացավ ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի վաստակաշատ նվիրյալներից մեկը, հանրապետության և նրա սահմաններից դուրս հրաբխագիտության ասպարեզում ճանաչված մասնագետ, հրաբխագիտության լաբորատորիայի ավագ գիտաշխատող, երկրաբանա-հանքաբանական գիտությունների թեկնածու **Մերգեյ Հայկի Կարապետյանը**:

Ս.Կարապետյանը ծնվել է 1932թ. հոկտեմբերի 11-ին Երևանում ծառայողի ընտանիքում: 1952-1957թթ. սովորել և ավարտել է ԵՊՀ երկրաբանության ֆակուլտետը երկրաբանական հանույթ և օգտակար հանածոների հանքավայրերի որոնում մասնագիտությամբ, ստանալով ինժեներ-երկրաբանի որակավորում:

1955թ.-ից, դեռ ուսման տարիներից սկսած մինչև վախճանը, շուրջ 60 տարիների ընթացքում, Ս.Կարապետյանը անընդմեջ աշխատել է ԵԳԻ-ում:

1961-1964թթ. սովորել է ասպիրանտուրայում անվանի գիտնական Վ.Պետրովի ղեկավարությամբ և 1968թ., Մոսկվայում ԽՍՀՄ ԳԱ Մետաղական հանքավայրերի երկրաբանության, պետրոգրոֆիայի, միներալոգիայի, երկրաքիմիայի ինստիտուտում (ИГЕМ АН СССР), հաջողությամբ պաշտպանել է թեկնածուական ատենախոսությունը «Հայաստանի նորագույն լիպարիտային հրաբուխների կառուցվածքի և կազմի առանձնահատկությունները» թեմայով, ստանալով երկրաբանա-հանքաբանական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճան:

Ս.Կարապետյանի հետագա տարիների ծավալուն երկրաբանական հետազոտությունները ընդգրկում են Հայաստանի տարածքի պլիոցեն-չորրորդական հասակի հրաբխայնությանն առնչվող հարցերի լայն շրջանակ: Առաջին հերթին նրա ուսումնասիրությունները նվիրված են Հայաստանում լայնորեն արտահայտված թթու կազմի գմբեթաձև խմբի հրաբուխների առաջացման պայմանների, նյութական

կազմի, կառուցվածքային առանձնահատկությունների բացահայտման հարցերին, բերելով նրան տվյալ ասպարեզում քաջատեղյակ մասնագետի համբավ: Այս աշխատանքները ուղեկցվում էին յուրաքանչյուր հրաբխային կառույցի մանրակրկիտ երկրաբանա-հրաբխագիտական և երկրաբանա-պետրոգրաֆիական քարտեզների կազմմամբ ինչը, բացի գիտական արժեքից, ունի կարևոր կիրառական նշանակություն, որովհետև այս տիպի հրաբուխների գործունեության հետ են կապված շինանյութերի արտադրության և տնտեսության տարբեր ոլորտներում լայն կիրառություն գտած հանքային հումքի այնպիսի տեսակներն, ինչպիսիք են պեռլիտները, պեմզաները, որոշ տիպի տուֆերը, օբսիդիանները և այլն:

Մ.Կարապետյանի կողմից մշտապես հատուկ ուշադրության առարկա էր հանդիսացել Հայաստանում լայնորեն տարածված օբսիդիանների ուսումնասիրությունը, ինչը մի կողմից պարզաբանում է նրանց առաջացման և ձևավորման գիտական հարցերը, մյուս կողմից ներկայացնում բազմատեսակ գունագեղ օբսիդիանները, որպես նրբարվեստ կիսաթանկարժեք բնական ակնագործական քարատեսակ: Կյանքի վերջին օրերին նրա հեղինակությամբ («Գիտության աշխարհում», հ.2, 2016թ.) լույս տեսավ ստվար ակնարկ նվիրված երկրաբանական, գիտապատմական, դիցաբանական և ժողովրդական արվեստներում օբսիդիանի դերի և նշանակության վերաբերյալ:

Մ.Կարապետյանը հեղինակ և համահեղինակ է շուրջ 110 գիտական աշխատությունների՝ այդ թվում 4 մենագրությունների, 14 ձեռագիր հաշվետվությունների, ինչպես նաև միջազգային և հանրապետական գիտաժողովներին ներկայացված բազմաթիվ թեզիսների:

Գիտական գործունեությանը զուգընթաց Մ.Կարապետյանի խառնվածքին հատկանշական էր նվիրումն ակտիվ կազմակերպչական աշխատանքներին ինստիտուտում և, հատկապես, դպրոցականների և երիտասարդների շրջանում: Երկրաբանությանը նվիրումով նրա երկարամյա աշխատանքի գնահատականի վկայություն է հանդիսանում տարբեր գերատեսչությունների կողմից նրան շնորհված բազմաթիվ պատվոգրերը, գովեստագրերը, դիպլոմները, ինչպես նաև 2015թ. ՀՀ Կրթության և գիտության նախարարության հուշամեդալը:

Մ.Կարապետյանի՝ փորձառու մասնագետի, շատ համեստ, ազնիվ և ընկերասեր, մեծ հարգանք վայելող անձնավորության, անփոխարինելի ամուսնու, հոր ու պապիկի հիշատակը վառ կմնա նրա ընկերների, աշխատակիցների և բոլոր ճանաչողների սրտերում:

ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ
ՀՀ ԳԱԱ «Գիտություններ Երկրի մասին» տեղեկագրի խմբագրություն

ԲՆԱԳՐԻ ԶԵՎԱՎՈՐՄԱՆ ԿԱՆՈՆՆԵՐԸ

1. Հայաստանի Հանրապետության Գիտությունների Ազգային Ակադեմիայի “Գիտություններ Երկրի մասին” տեղեկագրում հրատարակվում են Հայաստանում և արտասահմանյան երկրներում երկրաբանության, երկրաֆիզիկայի, սելսմոլոգիայի, 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 10 էջ: Տեքստը անհրաժեշտ է պատրաստել Microsoft Word-ով Times Phonetic Unicode տառատեսակի օգտագործմամբ, 12 չափով և 1.5 ինտերվալով, առանց տողադարձերի: Դաշտերը պետք է լինեն. Չախից՝ 3սմ, վերևից և ներքևից՝ 2.5սմ և աջից՝ 1սմ: 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 ընթեռնելի: 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 սեղմագիրը (անոտացիան): Ապա հետևում են հոդվածի հիմնական տեքստը, **պարտադիր նշելով հոդվածի տպագրման նպատակը և գիտական նորությունը**, ամփոփագիրը ռուսերեն (հայերեն) լեզվով և սեղմագիր (անոտացիա, 6-8 տող) անգլերեն լեզվով: Վերջում, առանձին էջով, տրվում է օգտագործված գրականության ցանկը:

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, գրքի լրիվ անվանումը, որտեղ է հրատարակվել, հրատարակչությունը, հրատարակման տարեթիվը, էջերի քանակը:

բ) Ամսագրային հոդվածների համար՝ հեղինակի (հեղինակների) ազգանունը և անվան-հայրանվան սկզբնատառերը, հոդվածի լրիվ անվանումը, ամսագրի անվանումը՝ համաձայն ընդունված հապավումների, հատորը, ամսագրի կամ թողարկման համարը, հրատարակման տարեթիվը, էջերը:

գ) Գրքերում (հավաքածուներում) զետեղված հոդվածների համար՝ հեղինակի (հեղինակների) ազգանունը, անվան-հայրանվան սկզբնատառերը, գրքում հոդվածի լրիվ անվանումը (..... գրքում), գրքի անվանումը, որտեղ է հրատարակվել, հրատարակչությունը, էջերը:

դ) Մեղմագրերի 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, инженерной сейсмологии, горного дела, экогеохимии, физической географии. 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 10 страниц. Текст должен быть подготовлен в редакторе Microsoft Word с использованием шрифтов Times Phonetic Unicode размером 12 и распечатан в интервале 1.5, без переносов с полями (слева – 3.0см, сверху, снизу – 2.5см, а справа – 1.0см). 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 *.рех 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 (6-8 строк), основная часть текста, **с обязательным указанием цели и научной новизны статьи**, резюме на русском (армянском) языке и аннотация на английском языке. В конце, на отдельной странице, приводится список литературы.

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, полное название книги, место издания, издательство, год, количество страниц; б) для журнальных статей – фамилия и инициалы автора (авторов), полное название статьи, название журнала согласно принятому сокращению, год издания, номер тома, номер журнала или выпуска, страницы; в) для статей в книгах (сборниках) – фамилия и инициалы автора (авторов), полное название статьи в книге (пишется В кн.: "..."), название книги, место издания, издательство, год издания, 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 of 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 final manuscripts enclosed with a cover letter and letter of 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, abstracts, and list of references shall total to about 10 pages. Texts shall be prepared in Microsoft Word editor with 12-point Times fonts and printed 1.5-spaced without hyphenation. Text margins shall be 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 version 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 sheet and formatted as required.

3. Authors shall adhere to the following scheme accepted for all journal articles: 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 6-8 lines), body text with **mandatory indication of the purpose and the scientific novelty of the article**, summary in Russian (Armenian) and abstract in English. List of references is attached at the end on a separate page.

4. References should be listed on a separate sheet. The authors' surnames should be given alphabetically in the original language of the article and followed by the Armenian or Russian, and West-European). All citations in the text should be referred to in round brackets and should include the single author's surname without initials, in original transcription and the year of publication. In case of 2 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, 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 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 (collections); 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. Additions are not introduced into proofs.

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