

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



2012

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. ՄՈՎՍԵՍՅԱՆ

Խմբագրական կոլեգիա՝
Ա.Վ. ԱՎԱԳՅԱՆ, Ա.Հ. ԱՂԻՆՅԱՆ, Հ.Ռ. ԲԱԴԴԱՍԱՐՅԱՆ,
Ս.Վ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Է.Ե. ԽԱՉԻՅԱՆ, Ա.Ս. ԿԱՐԱԽԱՆՅԱՆ,
Ս.Ս. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Խ.Բ. ՄԵԼԻԿՍԵՏԻՅԱՆ, Ռ.Լ. ՄԵԼԿՈՆՅԱՆ,
Ռ.Տ. ՄԻՐԻՋԱՆՅԱՆ, Ս.Ն. ՆԱԶԱՐԵՏԻՅԱՆ, Ն. Հ. ԳԱԲՐԻԵԼՅԱՆ

Главный редактор
Р.Т. ДЖРБАШЯН

Ответственный секретарь
Р.С. МОВСЕСЯН

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

Editor in Chief
R.T. JRBASHYAN

Senior Secretary
R.S. MOVSESYAN

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

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, 2012

TABLE OF CONTENT

H.Shahinyan, Sh.Zakaryan, Sh.Gyulnazaryan, A.Martirosyan, R.Hovhannisyanyan. The ecologohydrogeochemical characteristic of potable sweet waters of the region of Lori of the RA	3
A.Avagyan, H.Yeritsyan, H.Manandyan. On the principles of geographic information data models for metallic deposits	19
A.Matevosyan. The specific particularity of the hysteresis of induced polarization	
T.Avagyan, A.Avanesyanyan. About the lithological and paleogeographic settings of desposition of the diatomite basins of Armenia	27
A.Simonyan, M.Ohanyan, A.Khachatryan. Special features of geomagnetic variations in the northern part of the territory of Armenia	43

MEMORABLE DATES

Badalyan Stephan V. (to 80 th anniversary)	55
Karapetyan Konstantin I. (to 80 th anniversary)	57
Zavriev Gabriel P. (to 100 th anniversary)	60

**ՀՀ ԼՈՌՈՒ ՄԱՐԶԻ ԽՄԵԼՈՒ ՔԱՂՑՐԱՀԱՄ ՋՐԵՐԻ
ԷԿՈԼՈԳԱԶԻԴՈՆԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ**

**© Հ.Վ.Շահինյան, Շ.Ս.Զաքարյան, Շ.Ա.Գյուլնազարյան,
Ա.Մ.Մարտիրոսյան, Ռ.Ռ.Հովհաննիսյան**

*ՀՀ ԳԱՍ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ
0019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյան պ., 24ա, ՀՀ
E-mail: hrshah@sci.am
Հանձնված է խմբագրություն 17.02. 2012թ.*

Հոդվածի նպատակն է ՀՀ Լոռու մարզի խմելու քաղցրահամ ջրերի հիդրո-երկրաքիմիական յուրահատկությունների և բնութագրերի, դասային պատկանելիության պարզաբանումը, ինչպես նաև խմելու համար նրանց պիտանելիության և որակի գնահատումը: Բերվում են 2011թ. 11-1e323 թեմայի շրջանակներում կատարված հետազոտությունների արդյունքները, ըստ որոնց անջատվել են մարզում շրջանառվող ջրերի հիմնական 21 դասեր, տրվել է նրանց տարածվածության աստիճանը տոկոսներով և նախնական էկոլոգա-հիդրոերկրաքիմիական գնահատականը:

Լոռու մարզը տեղակայված է ՀՀ հյուսիսում: Արևելքից սահմանափակվում է Գուգարաց լեռնաշղթայով, հարավից՝ Փամբակի և արևելքից՝ Ջավախքի ու Փամբակի լեռնաշղթաներով, հարավ-արևմուտքով անցնում է Բազումի լեռնաշղթան: Մրանք այն հիմնական օրոգրաֆիական միավորներն են, որոնք մարզի համար հանդիսանում են ջրերի ձևավորման, տեղաշարժի և բեռնաթափման մարզեր և իրենց երկրաբանական կառուցվածքով պայմանավորում են ջրերի հիմնական կազմերը:

Ջրերի ձևավորման մարզերը, հիմնականում, տեղակայված են Գուգարաց լեռնաշղթայի արևմտյան, Փամբակի լեռնաշղթայի հյուսիսային և արևմտյան, ինչպես նաև Ջավախքի լեռնաշղթայի արևելյան լանջերին: Մեծ է նաև Բազումի լեռնաշղթայի դերը, որի ինչպես արևելյան, այնպես էլ արևմտյան լանջերին ձևավորվում են մարզը սնող բազմաթիվ ջրեր:

Բազումի լեռնաշղթան բնութագրվում է խիստ կտրտված դենուդացիոն-երոզիոն ռելիեֆով: Երկրաբանական կառուցվածքը. Հիմնականում, բնորոշվում է հրաբխածին և նստվածքային ապարներով: Ըստ լիթոլոգիական կազմի և հիդրոերկրաբանական յուրահատկությունների այս ապարները ստորաբաժանվում են մի քանի ջրատար համալիրների (Геология ...,1974):

Դելյուվիալ և ալյուվիալ-պրոլյուվիալ գոյացումներ՝ ներկայացված խճերով ու կավավազներով, որոնք ունեն փուխր կառուցվածք և, հետևաբար, հանդիսանում են մթնոլորտային ջրերի կուտակման բարենպաստ միջավայր: Այս ջրերը հիմնականում հոսում են հենց

այդ ու արմատական ապարների կոնտակտով և բազմաթիվ փոքրադեբիտ աղբյուրների տեսքով դուրս են գալիս երկրի մակերես:

Հրաբխածին և հրաբխածին-նստվածքային ապարներ, որոնք ունեն մեծ տարածում և ներկայացված են անդեզիտներով, նրանց տուֆերով ու տուֆաբրեկչիաներով, տարբեր տուֆոգեն ապարներով: Սրանք թույլ ճեղքավորված են:

Երկրաբանական կառուցվածքի խիստ բազմազանության և խիստ կտրտված ռելիեֆի պայմաններում ջրակալման մեծ տարածքների հնարավորությունը գործնականում վերանում է և սովորաբար սնման, շրջանառության և դրենաժի մարզերը համընկնում են: Այդ իսկ պատճառով մեծածախս աղբյուրները բացակայում են:

Կրաքարամերգելային ապարների համալիրներն ունի ոչ մեծ տարածում, բայց նրանց ջրակալվածությունը զգալի է:

Ընդհանուր առմամբ, Բազումի լեռնաշղթայի ջրերը քաղցրահամ են, ունեն հիդրոկարբոնատային, կալցիումային կազմ և բարձր որակական հատկանիշներ (Геология ...,1974):

Փամբակի լեռնաշղթան զբաղեցնում է Շիրակի լեռնաշղթայից մինչև Սևանի գոգավորության արևմտյան մասերն ընկած տարածքը: Նրա հյուսիսային լանջերին ձևավորվող ջրերն ամբողջությամբ սնում են Լոռու մարզը: Այդ ջրերը կազմավորվում են դենուդացիոն-երոզիոն ռելիեֆի պայմաններում, որը բավականին կտրտված է: Հյուսիսային լանջերը կարճ են, մինչև 5-6կմ, և ունեն մեծ թեքություններ (Геология ...,1974):

Փամբակի լեռնաշղթայի երկրաբանական կառուցվածքը բնորոշվում է տարահասակ բազմաթիվ ապարների առկայությամբ՝ վերին պրոտերոզոյից մինչև չորրորդական (Геология ...,1974): Հետագոտված ջրերը, հիմնականում, կապված են դեյուվիալ և այուվիալ-պրոյուվիալ, լավային, էոցենի հրաբխածին և կրաքարամերգելային գոյացումների հետ: Դեյուվիալ և պրոյուվիալ համալիրներն ունեն լայն տարածում և ներկայացված են փուխր բեկորային գոյացումների տարբեր լիթոլոգիական տիպերով: Այս համալիրի բոլոր ապարները, ֆիզիկաաշխարհագրական և լիթոլոգիական բարենպաստ պայմանների դեպքում, գրունտային ջրերի լոկալ կուտակման տեղամասեր են:

Լավային գոյացումներն առավել ջրակալված են և այդ ջրերը շրջանառվում են անդեզիտներում, անդեզիտադացիտներում, որոնք, լինելով լավ ճեղքավորված և լավ մերկացած, հանդիսանում են մթնոլորտային տեղումների գերազանց կուլեկտորներ: Նրանց տակ գտնվող թույլ ջրաթափանց հրաբխածին ապարները նպաստում են առանձին ջրհոսքերի գոյացմանը, որոնք, ոչ մեծ շրջանառությունից հետո, դուրս են գալիս երկրի մակերես աղբյուրների տեսքով (Геология ...,1974):

Հրաբխածին գոյացումներից ջրատար են էոցենի հասակի ճեղքավորված պորֆիրիտները, որոնք, սակայն, ավելի քիչ ջրակալված

են և նրանցում շրջանառվող ջրերը երկրի մակերես են դուրս գալիս փոքրադեբիտ աղբյուրների տեսքով և ունեն տեղական նշանակություն:

Այս մարզի հիդրոերկրաբանությանը նվիրված գրականության մեջ (Геология ...,1974) կրաքարամերգելային ապարներում (կրաքարեր, ավազաքարեր, մերգելներ) դիտարկվել են միայն տեղական նշանակության ջրատար գոտիներ: Այդ ջրերը հիդրոկարբոնատային, կալցիում-նատրիում-մագնեզիումային կազմի են և ունեն միջինը 240-300 մգ/լ ընդհանուր հանքայնացում:

Ընդհանուր առմամբ, Փամբակի լեռնաշղթայի տարածքը բնութագրվում է գրունտային և ճեղքային ջրերի գերակայությամբ, որոնք, հիմնականում, ունեն լոկալ տարածում արմատական ապարների մերձմակերեսային ճեղքերի գոտում, ինչպես նաև լեռնային հարթավայրերի ստորին մասերի փխրուն գոյացումներում:

Ռելիեֆի կտրտվածության բարձր աստիճանի, լեռնային ապարների թույլ ջրաթափանցելիության պայմաններում այստեղ գերակշռում է մակերևութային հոսքը և ստորերկրյա ջրերի վարընթաց շարժումն արտահայտված է շատ թույլ: Այդ շարժումը (հետևաբար նաև տարրերի միգրացիան) ընթանում է արագ, կարճ տարածությունների վրա և ավարտվում է բազմաթիվ աղբյուրների ելքերով՝ կտրտված լանջերին և ձորակներում:

Ըստ քիմիական կազմի գրունտային ջրերը քաղցրահամ են և գերքաղցրահամ, ունեն հիդրոկարբոնատ-քլորիդային, կալցիում-նատրիումային և հիդրոկարբոնատային, կալցիումային կազմ (Геология ...,1974): Սուլֆիդային երևակումների տեղամասերում գրանցվել են հիդրոկարբոնատ-սուլֆատային, նատրիում-կալցիումային ջրեր:

Գուգարաց լեռնաշղթան, հիմնականում, կազմված է յուրայի հասակի հրաբխածին և կրաքարային ապարներից: Ավելի քիչ տարածված են կավճի հասակի ապարները: Լանջերն ունեն մեծ թեքություններ և խորը կտրտված են: Կրաքարամերգելային ապարները խիստ ճեղքավոր են, հաճախ ծածկված չինգիլների հզոր ծածկույթով: Ջրերի ակտիվ շրջանառության համար պայմանները բավականին բարենպաստ են: Սակայն նրանք, ռելիեֆով պայմանավորված, շարժվում են արագ, չեն անցնում երկար ճանապարհ և բեռնաթափվում են ձորերի ու կիրճերի երոզիոն կտրվածքներում:

Ջավախեթի լեռնաշղթան տեղակայված է ՀՀ հյուսիս-արևմտյան ծայրամասում: Լոռու մարզի բնակավայրերում օգտագործվող խմելու քաղցրահամ ջրերի ձևավորման գործում շարժման արագությունն ունի համեմատաբար փոքր նշանակություն: Նրա արևելյան լանջերին ձևավորվող ջրերի միայն շատ փոքր մասն է օգտագործվում մարզի հյուսիս-արևմուտքում գտնվող մի քանի բնակավայրերում:

Մարզի հիմնական հիդրոգրաֆիական միավորները Փամբակ, Դեբետ և Ձորագետ գետերն են, որոնք, հանդիսանալով տեղական հոսքի էրոզիոն բազիսներ, իրենց վտակների հետ միասին դրենում են ինչպես մակերեսային, այնպես էլ ստորերկրյա ջրային հոսքերի հիմնական մասը: Ռեգիոնալ հոսքի էրոզիոն բազիսը Քուռ գետն է:

Նման երկրաբանական, հիդրոերկրաբանական և գեոմորֆոլոգիական պայմաններում ձևավորվող ջրերը գոնալ են և հիմնականում արտահայտում են իրենց շրջանառության միջավայրի կազմը:

Մարզի տարածքում գտնվող 127 բնակավայրերից 96-ում օգտագործվող ջրերը ենթարկվել են նմուշարկման (106 նմուշ) և հիդրոքիմիական անալիզի: Ստացված թվային արժեքները բերվում են աղյուսակ 1-ում:

Դուրս են բերված հետազոտված ջրերի կազմերը ըստ Կուրլովի բանաձևի՝ հաշվի առնելով կատիոնային շարքում երկրորդ տեղը զբաղեցնող տարրերը: Այսպիսով, Լոռու մարզի խմելու քաղցրահամ ջրերը բնութագրվում են 21 դասերով, որոնք, ինչպես նաև նրանց տարածվածության աստիճանը, բերվում են աղ. 2-ում:

Աղյուսակ 1

Որոշ տարրերի և միացությունների պարունակությունը Լոռու մարզի խմելու քաղցրահամ ջրերում (մգ/լ)

h/h	Նուշարկման վայրը														
	Տարրեր և միացություններ	Ֆիլիստով	Սարգսհովիտ	Լերմոսով	Շահումյան	Վանաձոր, ցայտաղբյուր	Վանաձոր, Գինոց թարրատ	Փամբակ	Վանաձոր	Չորագետ	Չորագետ	Քարինջ	Մարց	Լոռուս	Դևեղ
1	NH ₄ ⁺	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	0,05	0,05	չ/հ	չ/հ	չ/հ
2	Na ⁺	16,32	8,74	2,99	5,75	5,06	5,75	8,05	6,90	10,12	46,67	13,33	16,09	5,52	2,53
3	K ⁺	1,04	0,50	0,40	0,40	0,40	0,40	0,92	0,92	0,92	3,57	0,50	0,50	0,40	0,20
4	Ca ²⁺	41,80	35,15	12,35	8,55	8,55	6,65	12,35	11,40	10,45	55,10	76,00	99,75	11,40	13,30
5	Mg ²⁺	8,06	8,06	5,18	1,73	1,15	1,73	4,61	5,18	6,34	23,62	17,28	35,14	3,46	3,46
6	Fe _{ընդհ.}	0,02	0,02	չ/հ	չ/հ	չ/հ	0,02	չ/հ	0,01	0,02	0,02	0,02	չ/հ	չ/հ	չ/հ
7	Cu ²⁺	0,0004	0,0005	0,0004	0,0005	0,001	0,0008	0,0009	0,0009	0,001	0,003	0,002	0,003	0,0017	0,0015
8	Zn ²⁺	0,0003	0,001	0,0005	չ/հ	0,01	0,007	0,0001	0,0009	0,003	0,00008	0,00008	0,00008	չ/հ	0,0008
9	Pb ²⁺	0,001	0,0007	0,0014	0,0011	0,0015	0,0009	0,0009	0,0007	0,0009	0,0009	0,0008	0,0009	0,0007	0,0005
10	Cd ²⁺	0,0002	0,0002	չ/հ	չ/հ	չ/հ	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	չ/հ	չ/հ	չ/հ	0,00004	0,00006
11	F ⁻	0,13	0,16	0,28	0,30	0,28	0,30	0,12	0,12	0,12	0,38	0,12	0,40	0,15	0,18
12	Cl ⁻	5,68	4,97	4,26	3,55	4,26	4,97	6,39	5,68	6,39	14,20	5,68	11,36	4,26	3,55
13	SO ₄ ²⁻	5,35	13,45	10,70	9,61	4,80	7,68	5,76	4,12	7,21	48,03	44,19	116,25	9,61	6,17
14	HCO ₃ ⁻	189,10	140,30	48,80	30,50	30,50	24,40	61,00	61,00	67,10	317,20	280,60	323,30	42,70	48,80
15	NO ₃ ⁻	7,00	4,00	2,00	0,50	1,00	0,70	3,00	3,00	3,00	12,00	7,00	32,00	4,00	1,00
16	NO ₂ ⁻	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ
17	PO ₄ ³⁻	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,20	0,30	0,25	0,07	0,05	0,05	0,20	0,15
18	H ₂ SiO ₄	25,00	20,00	20,00	20,00	15,00	20,00	60,00	50,00	55,00	65,00	30,00	30,00	45,00	20,00
19	Ընդհ. հասկ.	299,57	235,40	107,01	80,94	71,06	72,64	162,40	148,73	166,92	585,91	474,82	664,84	126,70	99,34
20	Ընդհ. կոշտ. միզ/եկվ	2,75	2,41	1,07	0,57	0,53	0,47	1,00	1,00	1,04	4,69	5,21	7,87	0,86	0,95
21	pH	7,89	8,10	7,39	7,61	7,41	7,32	7,82	7,84	7,70	7,66	7,78	7,38	7,15	7,56

Աղյուսակ 1-ի շարունակություն

h/h	Նմուշարկան վայրը													
	Տարրեր և վիազություններ	Թերյուտ	Շնուղ	Արձիս	Այրում	ճոճվան	Մեծ Այրում	Փոքր Այրում	Շամլուղ	Ալթալա	Հարպատ	Ալավերթի-Բանավան	Սանահին	ԵԳԻ բազա
1	NH ₄ ⁺	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ
2	Na ⁺	45,98	8,74	24,37	13,79	20,95	14,94	15,86	2,99	14,94	8,74	12,64	10,18	13,10
3	K ⁺	2,17	2,58	3,08	1,67	1,20	1,20	0,50	0,50	1,60	0,50	1,60	1,20	1,00
4	Ca ²⁺	78,85	55,10	96,90	29,45	118,75	85,50	103,55	10,45	30,40	54,15	28,50	70,30	70,30
5	Mg ²⁺	24,19	12,10	28,22	12,10	20,74	22,46	26,50	3,46	11,52	10,37	14,40	10,37	11,52
6	Fe _{ցիտր.}	չ/հ	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	չ/հ	0,02	0,04	0,04	չ/հ	չ/հ
7	Cu ²⁺	0,0044	0,002	0,002	0,0013	0,00062	0,00076	0,0008	0,0006	0,00076	0,001	0,001	0,003	0,00088
8	Zn ²⁺	0,00008	0,00008	0,0003	0,00008	0,001	0,0001	0,00008	0,00026	0,019	0,0001	0,01	0,003	0,0008
9	Pb ²⁺	0,0007	0,0004	0,0004	0,0015	0,00058	0,00067	0,00067	0,00058	0,00058	0,00058	0,00058	0,0009	0,001
10	Cd ²⁺	0,0001	չ/հ	0,00004	չ/հ	չ/հ	չ/հ	0,0003	0,0002	չ/հ	0,0003	չ/հ	չ/հ	չ/հ
11	F ⁻	0,48	0,23	0,25	0,15	0,18	0,20	0,18	0,18	0,18	0,18	0,20	0,16	0,20
12	Cl ⁻	7,10	4,97	8,52	8,52	7,80	7,80	7,81	4,26	8,52	4,26	8,52	4,97	4,97
13	SO ₄ ²⁻	51,39	25,46	93,66	11,05	117,20	86,46	135,38	7,82	13,17	42,39	14,40	34,10	70,78
14	HCO ₃ ⁻	402,60	213,30	347,70	152,50	356,34	282,51	298,90	36,60	152,50	170,80	152,50	237,90	201,30
15	NO ₃ ⁻	4,50	1,50	25,00	8,00	4,00	8,68	6,00	3,50	10,00	8,00	9,00	4,00	8,00
16	NO ₂ ⁻	չ/հ	0,005	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ
17	PO ₄ ³⁻	0,17	0,10	0,10	0,10	0,10	0,05	0,03	0,05	0,45	0,07	0,10	0,05	0,25
18	H ₄ SiO ₄	40,00	30,00	30,00	60,00	30,00	40,00	30,00	20,00	60,00	25,00	55,00	25,00	20,00
19	Ընդհ. հանք.	657,44	354,13	657,82	297,35	677,28	549,82	624,73	89,81	303,30	324,50	296,86	398,33	401,42
20	Ընդհ. կոշտ. վիզ/էկվ	5,92	3,75	7,16	2,47	7,64	6,12	7,35	0,81	2,50	3,55	2,61	4,36	4,46
21	pH	7,73	8,25	7,63	7,73	7,79	7,99	7,91	7,48	7,78	7,52	7,65	8,11	7,78

Աղյուսակ 1-ի շարունակություն

h/h	Նմուշարկման վայրը													
	Տարրեր և միացություններ	Քրոբայր	Վստիսկի	Վանաձոր	Արցուն	Լեռնաբլուս	Նոր Խաչակապ	Արջահովիտ	Սպիտակ	Արևաշող	Արևաշող եկեղեցու դիմաց	Շենական	Սարսախաբ	Գոգարան
1	NH ₄ ⁺	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	0,05	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ
2	Na ⁺	97,94	7,59	11,50	46,67	7,36	71,73	33,80	33,34	6,21	3,45	7,36	36,09	6,44
3	K ⁺	2,31	1,00	1,00	0,50	0,70	1,54	1,29	1,54	1,36	0,30	0,30	4,00	0,16
4	Ca ²⁺	26,60	10,45	11,40	88,35	41,48	44,65	65,55	49,40	33,30	29,45	32,30	74,10	26,60
5	Mg ²⁺	32,26	6,34	6,50	27,07	5,59	15,55	18,43	8,64	4,03	11,52	4,03	21,89	5,18
6	Fe ^{տոն}	չ/հ	չ/հ	չ/հ	0,02	0,04	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ
7	Cu ²⁺	0,00066	0,0009	0,0023	0,00052	0,0008	0,00044	0,00032	0,00044	0,003	0,0008	0,0006	0,00058	0,0005
8	Zn ²⁺	0,0015	0,0047	0,01	0,00008	0,02	0,00008	0,00008	0,0001	0,00008	0,001	0,0001	չ/հ	չ/հ
9	Pb ²⁺	0,0008	0,0008	0,0005	0,00058	0,0005	0,00067	0,0003	0,0003	0,0005	0,001	0,0003	0,0004	0,0003
10	Cd ²⁺	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	0,00008	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ
11	F ⁻	0,52	0,25	0,25	0,25	0,22	0,32	0,28	0,15	0,18	0,10	0,05	0,12	0,10
12	Cl ⁻	18,46	6,39	5,68	20,59	4,97	12,07	16,33	16,33	3,55	4,97	4,97	24,14	4,26
13	SO ₄ ²⁻	109,05	6,17	8,00	100,89	16,81	67,90	29,22	15,64	12,76	11,93	9,05	44,44	7,82
14	HCO ₃ ⁻	305,00	61,00	75,00	335,50	142,17	286,70	292,80	225,70	115,90	128,10	115,90	274,50	103,70
15	NO ₃ ⁻	30,00	4,00	4,00	30,00	2,00	12,00	25,00	10,00	1,00	5,00	2,50	65,00	3,00
16	NO ₂ ⁻	չ/հ	չ/հ	0,01	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ
17	PO ₄ ³⁻	0,30	0,20	0,10	0,40	0,20	0,18	0,15	0,20	0,15	0,05	0,05	0,08	0,10
18	H ₂ SiO ₄	30,00	50,00	60,00	30,00	10,00	40,00	30,00	50,00	20,00	10,00	10,00	25,00	10,00
19	Շնդի. հանք.	652,44	153,39	183,44	680,24	231,50	552,64	512,85	410,94	198,44	204,87	186,51	569,36	167,36
20	Շնդի. կոշտ. սկզբեկիվ	3,99	1,04	1,11	6,64	2,53	3,51	4,79	3,18	1,99	2,42	1,94	5,50	1,76
21	pH	8,17	7,83	7,85	7,53	7,84	7,52	7,52	7,92	8,09	7,93	6,01	7,57	7,82

Աղյուսակ 1-ի շարունակություն

h/h	Նմուշարկման վայրը													
	Տարրեր և վիճակումներ	Սարլանց	Մեծ Պանի	Կաթնաջուր	Լեռնավան	Ջրաշեն	Լեռնանցք	Լեռնանցք, նոր գրավ	Բազում	Փարգառ	Գյուլագարյան	Հոբարձի	Վարձարևուր	Արմանիս
1	NH ₄ ⁺	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	0,05	0,35	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ
2	Na ⁺	9,66	13,10	22,07	26,21	9,66	6,89	6,89	31,96	15,63	9,66	10,34	10,57	3,68
3	K ⁺	0,16	0,25	0,30	0,16	0,16	0,50	0,83	1,00	1,25	1,00	1,00	1,00	0,30
4	Ca ²⁺	32,30	35,15	41,80	51,30	34,20	55,10	55,10	99,75	95,00	11,40	10,45	13,30	55,68
5	Mg ²⁺	6,91	7,49	6,91	8,06	6,91	5,76	5,76	23,04	9,22	6,34	6,34	4,61	5,25
6	Fe _{ցնդ.}	չ/հ	չ/հ	չ/հ	0,02	չ/հ	չ/հ	չ/հ	0,02	չ/հ	0,02	չ/հ	չ/հ	0,02
7	Cu ²⁺	0,00058	0,00058	0,00058	0,0005	0,0014	0,00056	0,00046	0,0005	0,002	0,0016	0,0007	0,001	0,0006
8	Zn ²⁺	0,00008	0,00008	0,00008	չ/հ	0,025	0,00036	0,00036	0,00024	0,0006	0,0006	0,00036	0,00065	չ/հ
9	Pb ²⁺	0,0003	0,0003	0,0003	0,0004	0,0003	0,0021	0,0008	0,00075	0,00015	0,00058	0,00058	0,0005	0,00045
10	Cd ²⁺	չ/հ	0,00015	չ/հ	չ/հ	0,00015	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	0,00024	0,0001
11	F ⁻	0,10	0,40	0,05	0,15	0,10	0,10	0,10	0,55	0,20	0,18	0,18	0,18	0,20
12	Cl ⁻	4,26	7,10	7,10	4,97	4,97	6,39	4,97	30,53	16,33	6,39	6,39	6,39	4,26
13	SO ₄ ²⁻	11,93	12,76	20,99	25,10	10,17	8,23	9,05	74,89	61,31	4,94	4,53	4,53	9,05
14	HCO ₃ ⁻	134,20	146,40	170,80	213,50	140,30	183,00	195,20	317,20	231,80	73,20	73,20	73,20	185,44
15	NO ₃ ⁻	1,50	3,50	12,00	12,00	2,50	10,00	0,30	40,00	40,00	3,00	2,00	2,50	1,00
16	NO ₂ ⁻	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	0,005	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ
17	PO ₄ ³⁻	0,05	0,10	0,12	0,10	0,05	0,15	0,18	0,10	0,18	0,30	0,30	0,30	0,05
18	H ₂ SiO ₄	10,00	20,00	35,00	30,00	10,00	25,00	20,00	35,00	35,00	50,00	60,00	50,00	15,00
19	Ընդհ. հաճ.	211,07	246,25	317,14	371,57	219,02	301,17	298,73	654,04	505,93	166,93	174,73	166,58	279,93
20	Ընդհ. կոշտ. ս/ց/էկվ	2,18	2,37	2,66	3,22	2,28	3,22	3,22	6,88	5,50	1,10	1,04	1,04	3,21
21	pH	7,92	7,93	7,77	8,03	8,07	7,88	7,53	7,70	7,19	7,96	7,98	7,95	8,32

Աղյուսակ 1-ի շարունակություն

h/h	Նմուշարկման վայրը													
	Տարրեր և միացություններ	Հազվի	Ամոն	Օձան, հյուսիսային մաս	Օձան, հարավային մաս	Այգեհատ	Արրվի	Արևածաղ	Ծափեր	Կարսիկը Աղեկ	Լեռնահանք (Մարինա)	Մղաքթ, արևելյան մաս	Մղաքթ, կենտրոն	Մղաքթ, արբորը Լ.Խջ
1	NH ₄ ⁺	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	0,05	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ
2	Na ⁺	13,10	5,75	21,84	21,38	14,94	8,74	21,84	19,31	20,69	14,25	9,89	6,21	11,72
3	K ⁺	1,50	0,70	1,80	1,80	1,20	0,50	1,80	1,80	1,80	1,00	0,35	0,35	1,00
4	Ca ²⁺	10,45	19,95	43,70	43,70	65,55	75,05	43,70	41,80	41,80	63,65	64,60	74,10	39,36
5	Mg ²⁺	21,31	5,18	12,67	12,67	15,55	17,86	12,67	15,55	16,13	13,25	28,80	17,86	18,07
6	Fe _{բնիկ}	0,02	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	0,02	չ/հ	0,02	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	0,02
7	Cu ²⁺	0,0008	0,0007	0,0003	0,0003	0,0003	0,0009	0,0014	0,00058	0,00042	0,0035	0,0024	0,0013	0,0004
8	Zn ²⁺	0,0036	0,005	0,0006	0,0006	չ/հ	0,034	0,001	0,01	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	0,02
9	Pb ²⁺	0,00067	0,0008	0,0003	0,0003	0,0003	0,0008	0,0003	0,00025	0,0005	0,0018	0,0017	0,0008	0,0006
10	Cd ²⁺	0,00024	չ/հ	0,00024	0,00024	0,00018	0,00012	չ/հ	չ/հ	0,00024	0,0012	0,0017	չ/հ	0,0002
11	F ⁻	0,18	0,15	0,12	0,10	0,15	0,12	0,08	0,15	0,10	0,08	0,18	0,15	0,25
12	Cl ⁻	9,23	4,97	12,07	12,07	8,52	7,81	12,07	11,36	11,36	4,97	4,97	7,10	6,39
13	SO ₄ ²⁻	3,29	21,81	16,05	14,40	62,44	52,26	18,11	16,05	16,46	115,63	74,93	68,31	23,46
14	HCO ₃ ⁻	146,40	61,00	201,30	201,30	213,50	256,20	201,30	201,30	207,40	140,30	256,20	231,80	195,20
15	NO ₃ ⁻	8,00	6,00	14,00	15,00	11,00	5,00	12,00	18,00	18,00	4,00	7,50	1,00	7,00
16	NO ₂ ⁻	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ
17	PO ₄ ³⁻	0,30	0,05	0,20	0,20	0,08	0,20	0,30	0,20	0,25	0,10	0,05	0,03	0,05
18	H ₄ SiO ₄	50,00	20,00	40,00	40,00	35,00	30,00	40,00	45,00	40,00	15,00	20,00	20,00	25,00
19	Ընդհ. հանք.	263,78	145,57	363,75	362,62	427,99	453,80	363,87	370,55	373,99	372,23	467,47	426,91	327,52
20	Ընդհ. կոշտ. միջ/էկվ	2,27	1,43	3,22	3,22	4,55	5,22	3,22	3,37	3,42	4,27	5,59	5,17	3,45
21	pH	7,14	7,41	7,59	7,58	7,66	7,93	7,57	7,63	7,59	7,82	8,07	8,21	7,76

Աղյուսակ 1-ի շարունակություն

h/h	Նմուշարկման վայրը													
	Տարրեր և միացություններ	Եղիտանք	Ագարակ	Լեզան	Լոռի բերդ	Մարտատվյա	Տաշիր	Մերովյա	Կրուգլյա Շիշկա	Լեռնահովիտ	Բովաձոր	Ուռուտ	Սվերդլով	Պրիվոլոյե, ցիոր
1	NH ₄ ⁺	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	0,05
2	Na ⁺	11,26	11,49	7,59	11,26	10,12	2,99	7,82	13,33	10,34	8,97	9,43	2,99	48,51
3	K ⁺	1,20	1,20	0,10	1,10	1,00	0,40	0,67	0,67	1,00	0,15	1,40	0,30	63,00
4	Ca ²⁺	16,32	14,40	58,56	12,48	10,56	44,16	25,92	55,68	39,36	86,40	14,40	13,44	88,32
5	Mg ²⁺	5,25	6,41	5,83	6,70	5,83	5,48	5,25	12,83	40,81	13,41	7,00	4,66	18,66
6	Fe _{ցևոդ.}	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	0,02	0,02
7	Cu ²⁺	0,0005	0,00076	0,0004	0,00036	0,00055	0,00047	0,00047	0,00079	0,0023	0,0003	0,0005	0,0007	0,00075
8	Zn ²⁺	0,006	չ/հ	0,0006	0,008	չ/հ	0,01	չ/հ	0,06	0,02	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ
9	Pb ²⁺	0,001	0,001	0,0006	0,0006	0,0006	0,0009	0,0004	0,0004	0,0005	0,00038	0,00038	0,0005	0,0004
10	Cd ²⁺	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	0,0002	չ/հ	չ/հ	0,00004	չ/հ	չ/հ
11	F ⁻	0,22	0,08	0,08	0,08	0,05	0,05	0,08	0,30	0,27	0,20	0,08	0,08	0,08
12	Cl ⁻	7,10	7,10	4,26	7,81	5,68	4,26	4,97	4,97	13,49	7,10	7,81	3,55	48,28
13	SO ₄ ²⁻	5,35	6,58	19,21	6,58	8,64	7,41	5,35	15,64	20,16	22,63	9,47	11,11	62,55
14	HCO ₃ ⁻	85,40	85,40	195,20	79,30	67,10	152,50	109,80	237,90	286,70	311,10	79,30	51,24	329,40
15	NO ₃ ⁻	2,00	2,00	0,50	1,50	2,00	1,50	1,00	3,00	18,00	1,50	3,00	1,00	100,00
16	NO ₂ ⁻	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ
17	PO ₄ ³⁻	0,25	0,25	0,05	0,25	0,20	0,05	0,25	0,10	0,20	0,03	0,20	0,03	0,40
18	H ₄ SiO ₄	60,00	50,00	30,00	60,00	55,00	10,00	50,00	50,00	40,00	30,00	60,00	20,00	25,00
19	Ընդհ. հանք.	194,35	184,91	321,38	187,60	166,18	228,81	211,11	394,42	470,35	481,49	192,09	108,42	784,22
20	Ընդհ. կոշտ. միզ/էկվ	1,24	1,25	3,40	1,17	1,01	2,65	1,72	3,84	5,32	5,41	1,30	1,05	5,95
21	pH	7,69	7,82	7,70	6,69	7,86	8,08	8,06	7,81	7,64	7,32	7,66	7,87	7,01

Աղյուսակ 1-ի շարունակություն

h/h	Նմուշարկման վայրը														
	Տարրեր և միացություններ	Սարչավետ, ներքին թաղի աբյուր	Արձնի	Ապավեն	Նորաշեն	Պեղորկա	Ջորամուտ	Գողգան	Միխայրկա	Մեծական	Ջունաշող	Դաշտավեմ	Բլագոպարկոյե	Կարնառատ	Կարնաբյուր
1	NH ₄ ⁺	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ
2	Na ⁺	13,79	19,31	10,35	3,22	4,14	3,91	11,50	3,22	10,81	3,22	3,45	3,91	4,37	4,60
3	K ⁺	0,23	0,30	0,15	1,40	1,50	1,50	0,50	1,50	1,00	1,40	1,40	2,13	0,50	0,30
4	Ca ²⁺	36,48	56,64	43,20	3,84	9,60	4,80	46,08	4,80	31,68	9,60	6,72	5,76	41,28	45,12
5	Mg ²⁺	8,75	14,58	9,33	3,50	4,08	2,33	7,58	2,92	7,58	2,92	2,33	7,00	3,50	5,85
6	Fe _{ցնդ.}	չ/հ	չ/հ	0,02	չ/հ	0,02	չ/հ	չ/հ	0,02	չ/հ	չ/հ	0,04	0,10	չ/հ	չ/հ
7	Cu ²⁺	0,0013	0,0015	0,0034	0,00075	0,00064	0,0023	0,0008	0,001	0,0012	0,0009	0,0009	0,00085	0,0008	0,0005
8	Zn ²⁺	0,06	0,03	0,10	չ/հ	0,0008	0,018	0,006	0,006	0,016	չ/հ	0,01	0,0008	0,006	0,0008
9	Pb ²⁺	0,0009	0,0009	0,002	0,0034	0,00055	0,0009	0,0008	0,00045	0,0006	0,0006	0,00045	0,0006	0,0006	0,00045
10	Cd ²⁺	0,0004	0,001	0,0003	0,00008	չ/հ	0,0004	0,0004	0,0002	չ/հ	0,0001	չ/հ	0,0001	չ/հ	չ/հ
11	F ⁻	0,10	0,25	0,12	0,10	0,18	0,18	0,22	0,08	0,28	0,10	0,28	0,28	0,20	0,08
12	Cl ⁻	4,26	7,81	4,26	3,55	4,26	4,26	5,68	4,26	4,97	4,26	4,26	3,55	4,26	5,68
13	SO ₄ ²⁻	11,93	16,46	11,93	6,58	13,58	3,70	10,29	4,94	9,05	7,00	7,82	8,23	9,05	9,05
14	HCO ₃ ⁻	164,70	244,00	176,90	24,40	36,60	24,40	176,90	24,40	140,30	36,60	24,40	48,80	136,64	156,16
15	NO ₃ ⁻	4,00	19,00	6,00	1,00	2,00	2,00	9,00	2,00	2,50	1,00	1,00	0,30	2,00	2,00
16	NO ₂ ⁻	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	0,005	0,005	չ/հ	չ/հ
17	PO ₄ ³⁻	0,03	0,05	0,03	0,20	0,10	0,08	0,05	0,22	0,15	0,10	0,08	0,08	0,05	0,05
18	H ₄ SiO ₄	35,00	30,00	20,00	45,00	50,00	40,00	50,00	45,00	50,00	40,00	40,00	40,00	15,00	15,00
19	Ընդհ. հանք.	279,33	408,43	282,29	92,79	126,06	87,18	317,81	93,37	258,34	106,20	91,79	120,15	216,86	242,89
20	Ընդհ. կոշտ. մլգ/էկվ	2,54	4,03	2,93	0,49	0,82	0,43	2,92	0,48	2,20	0,72	0,53	0,87	2,39	2,73
21	pH	7,62	7,75	7,86	7,34	7,41	7,58	7,53	7,27	7,81	8,68	7,60	7,50	8,38	8,04

Աղյուսակ 1-ի շարունակություն

h/h	Նմուշարկման վայրը													
	Տարրեր և վիագրություններ	Քումանկան	Ներոց	Ալվալերոյի, հյուսիսային մաս	Ալվալերոյի, հարավային մաս	Շիրակամուտ	Փոքր Պարնի	Կուրթան	Կուրթան, ծայրամաս	Կողես	Հովնատաձոր	Պրիվոլնոյե, աղբյուր	Սարչապետ, վերին սբյուր	Ուրասար (Կումբիշեն)
1	NH ₄ ⁺	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ
2	Na ⁺	9,89	13,56	10,58	14,02	24,83	9,66	8,97	5,98	9,42	7,82	6,67	11,27	3,91
3	K ⁺	1,67	1,58	1,60	1,69	0,88	0,16	1,00	1,00	1,20	0,67	1,00	0,15	0,45
4	Ca ²⁺	29,45	31,35	28,50	30,40	41,80	32,30	9,50	11,40	14,40	44,16	16,32	40,32	54,72
5	Mg ²⁺	13,25	10,94	14,98	11,52	10,37	7,49	7,49	8,06	6,41	8,16	4,66	8,16	2,92
6	Fe _{ընդ.}	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	0,02	չ/հ	չ/հ
7	Cu ²⁺	0,0013	0,0015	0,0008	0,0011	0,00047	0,0004	0,00087	0,00087	0,00036	0,00036	0,00016	0,003	0,0007
8	Zn ²⁺	0,00016	0,0008	0,0008	0,00026	չ/հ	0,0001	0,0006	չ/հ	0,0006	0,0006	0,007	չ/հ	չ/հ
9	Pb ²⁺	0,0005	0,0005	0,00058	0,0005	0,0004	0,0004	0,00075	0,0005	0,0009	0,0008	0,0006	0,0004	0,0005
10	Cd ²⁺	չ/հ	չ/հ	չ/հ	0,0003	0,00006	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	0,00008	0,0001
11	F ⁻	0,20	0,22	0,20	0,25	0,12	0,12	0,15	0,18	0,20	0,18	0,10	0,08	0,28
12	Cl ⁻	8,52	8,52	9,23	9,94	9,94	4,26	6,39	6,39	7,10	4,97	4,26	5,68	4,97
13	SO ₄ ²⁻	10,70	14,41	10,67	13,99	20,16	14,40	3,70	4,12	6,58	27,16	22,22	11,52	9,88
14	HCO ₃ ⁻	146,40	146,40	152,50	146,40	195,20	134,20	73,20	73,20	79,30	152,50	54,90	164,70	168,36
15	NO ₃ ⁻	9,00	8,00	9,00	8,00	8,00	1,50	2,00	2,00	2,00	4,00	1,00	4,50	1,00
16	NO ₂ ⁻	չ/հ	0,005	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ
17	PO ₄ ³⁻	0,20	0,17	0,28	0,32	0,10	0,10	0,20	0,30	0,20	0,08	0,03	0,03	չ/հ
18	H ₄ SiO ₄	60,00	60,00	60,00	50,00	20,00	15,00	60,00	60,00	50,00	30,00	15,00	20,00	20,00
19	Ընդհ. հասնք.	289,28	295,16	297,54	286,53	331,40	219,19	172,60	172,63	176,81	279,70	126,18	266,41	266,49
20	Ընդհ. կոշտ. ս/զ/էկվ	2,56	2,46	2,65	2,47	2,94	2,23	1,09	1,23	1,25	2,92	1,19	2,68	2,97
21	pH	7,66	7,69	7,66	7,56	7,91	7,83	7,97	8,01	7,27	7,84	7,29	8,03	7,90

Լոռու մարզի խմելու քաղցրահամ ջրերի կազմերը և նրանց տարածվածության աստիճանը, %

h/h	Կազմը	Տարածվածությունը, %	h/h	Կազմը	Տարածվածությունը, %	h/h	Կազմը	Տարածվածությունը, %
1	$\frac{HCO^3}{CaMgNa}$	28,5	8	$\frac{HCO^3}{MgNaCa}$	1,9	15	$\frac{HCO^3 SO^4 NO^3}{CaMgNa}$	0,9
2	$\frac{HCO^3 SO^4}{CaMgNa}$	28,5	9	$\frac{HCO^3 Cl}{CaNaMg}$	1,9	16	$\frac{HCO^3 NO^3 ClSO^4}{CaNaMg}$	0,9
3	$\frac{HCO^3 SO^4 Cl}{CaMgNa}$	8,5	10	$\frac{HCO^3 Cl}{MgCaNa}$	1,9	17	$\frac{HCO^3 SO^4}{NaMgCa}$	0,9
4	$\frac{HCO^3 Cl}{CaMgNa}$	7,5	11	$\frac{HCO^3 SO^4 Cl}{MgCaNa}$	0,9	18	$\frac{HCO^3}{CaNaMg}$	0,9
5	$\frac{HCO^3 SO^4}{CaNaMg}$	4,7	12	$\frac{HCO^3 ClSO^4}{CaNaMg}$	0,9	19	$\frac{HCO^3 SO^4}{MgCaNa}$	0,9
6	$\frac{HCO^3 ClSO^4}{CaMgNa}$	3,8	13	$\frac{HCO^3 NO^3 SO^4}{CaMgNa}$	0,9	20	$\frac{SO^4 HCO^3}{CaMgNa}$	0,9
7	$\frac{HCO^3 SO^4 Cl}{CaNaMg}$	1,9	14	$\frac{HCO^3 SO^4}{NaCaMg}$	0,9	21	$\frac{HCO^3}{Ca}$	0,9

Ըստ ստացված արդյունքների, նմուշարկված ջրերի կազմերի տարածվածության աստիճանով առավել մեծ է 2¹ հիդրոկարբոնատային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային և հիդրոկարբոնատ-սուլֆատային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային դասերի պատկանող ջրերի դերը, որոնք միասին կազմում են ավելի քան 55%: Մակայն առանձին բնակավայրերում նկատվում է խմելու քաղցրահամ ջրերի համար այնպիսի տարրերի անթույլատրելի պարունակություններ, որոնց գտնվելը ջրերում ամենայն հավանականությամբ կրում է անտրոպոգեն բնույթ: Այսպես, Մարահարթ գյուղում օգտագործվում է հիդրոկարբոնատ-նիտրատ-սուլֆատային ջուր, որտեղ նիտրատ-իոնի պարունակությունը գերազան-

ցում է առանց այն էլ բարձր արժեք կրող թույլատրելի նորմը ավելի քան 1,5 անգամ (Зоны..., 2002): Պրիվոլնոյե գյուղում օգտագործվում են ինչպես աղբյուրի, այնպես էլ ջրհորի ջրեր: Վերջինները պատկանում են հիդրոկարբոնատ-նիտրատ-քլորիդ-սուլֆատային դասին և այստեղ նիտրատ-իոնի պարունակությունը հասնում է 100 մգ/լ: Դա ակնհայտորեն վկայում է ջրհորներում հավաքվող և գրունտային ջրերին խառնվող անտրոպոգեն ծագման կեղտաջրերի առկայության և ազդեցության մասին: Այս ջրերը խմելու համար պիտանի չեն:

Մի շարք բնակավայրերի ջրերում գրանցվել են նիտրատ-իոնի 30 մգ/լ գերազանցող արժեքներ, որոնք, դատելով տեղանքի երկրաբանական կառուցվածքից, նույնպես կրում են անտրոպոգեն բնույթ (Մարց - 32 մգ/լ, Բազում - 40 մգ/լ, Գարգառ - 40 մգ/լ և այլն): Ամոնիումի և նիտրիտի պարունակություններ, հիմնականում, կամ չեն հայտնաբերվել, կամ էլ, հայտնաբերման հազվագյուտ դեպքերում, ունեն թույլատրելի նորմերից շատ ցածր թվային արժեքներ: Այս ամենը վկայում է աղտոտման "հին" լինելու մասին (Самарина, 1977), այսինքն՝ աղտոտումը կրում է շարունակական բնույթ:

Հետազոտված մետաղներից թույլատրելի նորմերը գերազանցող արժեքներ գրանցվել են միայն կադմիումի համար Մղարթի արևելյան մասի աղբյուրի ջրում, Լեոնահանքում և Արծնի գյուղում: Առաջին երկուսն ակնհայտորեն խմելու քաղցրահամ ջրերի ձևավորման և շրջանառության պրոցեսների վրա հանքային դաշտի ազդեցության արտահայտությունն են: Վերջինում կադմիումի պարունակությունը թույլատրելի սահմանին է: Լեոնահանքում (Մադինա) գրանցվել է սուլֆատ-հիդրոկարբոնատային դաս, որը միակն է Լոռու մարզի հետազոտված ջրերի շարքում: Այս ջուրը նույնպես խմելու համար պիտանի չէ:

Զգալիորեն շատ են հիդրոկարբոնատ-սուլֆատային ջրերը: Դա վկայում է ինչպես հանքային դաշտերի, այնպես էլ անտրոպոգենի ազդեցության մասին, ինչի արդյունքում ջրերում շարունակում են ընթանալ օքսիդացման պրոցեսներ:

Ընդհանուր հանքայնացումը և ընդհանուր կոշտությունը հետազոտվող բոլոր ջրերում համապատասխանում են սահմանված պահանջներին:

Այսպիսով, ըստ կատարված հետազոտությունների արդյունքների, Լոռու մարզի ջրերը, հիմնականում, բավարարում են ՀՀ-ում ընդունված չափորոշիչների պահանջները: Նշված մի քանի բնակավայրերի ջրերում, որտեղ գրանցվել են շեղումներ այդ նորմերից, անհրաժեշտ է ջրերի պաշտպանական միջոցառումների կիրառում կամ, անհրաժեշտության դեպքում, նոր աղբյուրների շահագործում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Геология Армянской ССР. Т. VIII. Гидрогеология. Изд. АН АрмССР, Е., 1974, 392 с.
Зоны санитарной охраны водоканалов и источников водоснабжения питьевого хозяйственного назначения. Санитарные нормы и правила РА. N2-III-A2-2. 2002.
Самарина В.С. Гидрогеохимия. Изд. Ленинградского университета, 1977, 359 с.

Չրախոսող՝ Աղիկյան Ա.

ЭКОЛОГО-ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕСНЫХ ПИТЬЕВЫХ ВОД ЛОРИЙСКОГО МАРЗА РА

**Г.В. Шагинян, Ш.С. Закарян, Ш.А. Гюльназарян,
А.М. Мартиросян, Р.Р. Оганисян**

Резюме

Целью статьи является изучение гидрогеохимических характеристик и особенностей пресных питьевых вод Лорийского марза, установление их классовой принадлежности и предварительная оценка качества вод по изученным компонентам. Приводятся данные, полученные в результате исследований, проведенных в рамках тематической работы 11-1e323.

По литературным данным дается краткое описание геологической среды, в которой происходит циркуляция вод и формирование их химического состава. На основе исследований, проведенных в 96 населенных пунктах марза, выведены основные классы вод, число которых составляет 21. Из них выделяются 2 класса, которые по степени распространенности (в процентном выражении) составляют более 55%. Выделены также 10 классов, которые выступают по единичным пробам. Отметим, что выделение классов проводилось с учетом всех составляющих анионного ряда и элемента, занимающего второе место в катионном ряду. Указаны также воды населенных пунктов, в которых обнаружены недопустимые содержания некоторых элементов или соединений. Из них выделены воды, в которых содержание нитрат-иона превышает ПДК или находится в близких к нему значениях - с.Сараарт, Марц, Базум, Гаргар и др. Сделано заключение об антропогенном воздействии на эти воды.

По металлам содержания, превышающие ПДК, зафиксированы только для кадмия в водах источников восточной окраины с.с.Мгарт, Лернаанк (Мадина) и Арцни. Здесь очевидно влияние зоны окисления рудной минерализации на формирование состава вод. Кроме того, в с.Лернаанк установлен сульфат-гидрокарбонатный класс - единственный во всем марзе. Это свидетельствует об интенсивном и непрерывном переходе сульфат-иона в воды в результате окисления руд Лернаанкского месторождения.

В целом исследованные воды по рассмотренным элементам и соединениям удовлетворяют требованиям, предъявляемым к качеству питьевых пресных вод. Обнаруженные некоторые опасные и нежелательные

аномалии указывают на необходимость применения защитных мер или на эксплуатацию других источников.

**THE ECOLOGOHYDROGEOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF
POTABLE SWEET WATERS OF THE REGION OF LORI OF THE RA**

**H.V.Shahinyan, Sh.S.Zakaryan, Sh.A.Gyulnazaryan,
A.M.Martirosyan, R.R.Hovhannisyan**

Abstract

The article aims at the clarification of the hidrogeochemical peculiarities and characteristics of potable sweet waters of the region of Lori of the RA, as well as their classification, utility and quality assessment for potability. The results of the research are brought forward according to which basic 21 classes of circulating waters of the region have been distinguished, also their scalability in percentage and preliminary ecohydrogeochemical assessment have been provided.

О ПРИНЦИПАХ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДАННЫХ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

© 2012 г. А. А. Авакян, А. А. Ерицян, А. М. Манандян

*Институт геологических наук НАН РА
0019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна 24а, Республика Армения*

E-mail: avagyan@geocom.am

Поступила в редакцию 10.04.2012 г.

В статье описывается разработанная авторами геоинформационная модель рудных месторождений, включающая полный набор картографических и описательных данных, полученных на всех этапах изучения месторождений. Данная модель авторами рассматривается как часть более общей геоинформационной модели геологической среды. На основе модели реализована геоинформационная система (ГИС) рудных месторождений, состоящая из геобазы данных, сопряженных с ней внешних автономных файловых и Access баз данных, а также дополнительных программных приложений в среде ArcGIS.

Модель разработана на примере Марджанского золото-полиметаллического месторождения, однако унифицирована для применения к поисково-съёмочным и геологоразведочным данным произвольного месторождения.

Большое число рудных месторождений Армении изучалось в течение длительного периода времени, в том числе в процессе отработки, а результаты разных этапов изучения хранятся отдельно в нескольких рукописных отчетах и приложениях к ним. По этой причине важной задачей является разработка модели данных рудных месторождений, позволяющей объединить разнородную информацию из всех источников в единое электронное хранилище, состоящее из баз атрибутивных и векторных данных, содержание которого доступно для использования в среде современных прикладных программ и справочных систем. Предлагаемая модель построена по указанному принципу, что позволяет эффективно использовать комплекс разнородных данных в целях изучения и оценки месторождения, а также способов его отработки и экологических последствий.

Значение модели не ограничивается систематизацией, структурированием и повышением эффективности использования данных одного месторождения. Совокупность моделей данных группы месторождений может быть использована для оценки ресурсов металлических полезных ископаемых, а также для прогнозно-металлогенических исследований.

Построение описываемой модели авторы рассматривают как часть более общей и сложной работы – разработки геоинформационной системы геологической среды.

Компанией ESRI для использования в ГИС разработана общая модель геологических данных (GeoScience Data Model), которая требует детализации применительно к отдельным геологическим тематикам (Brodaric, Hastings, 2001; NADM Conceptual Model, 2004; Richard, Craigue et al., 2004). Описанные в данной статье принципы и результаты организации данных

рудных месторождений также служат этой цели, а именно – расширению тематики и детализации моделей геологических данных, совместимых с ESRI ArcGIS (Richard, 2003). При этом важной особенностью модели является возможность как автономного использования БД, так и их интегрирования с ГИС или иной программной средой в зависимости от требований решаемой задачи. Используя указанную особенность модели данных, разработан ГИС проект на основе ArcGIS 9.2, который состоит из геобазы данных и связан с внешними автономными БД, а также дополнительных программных приложений, разработанных на базе компонентов ArcObjects (рис.1). Разработанная ГИС унифицирована для применения к поисково-съёмочным и геологоразведочным данным произвольного месторождения.

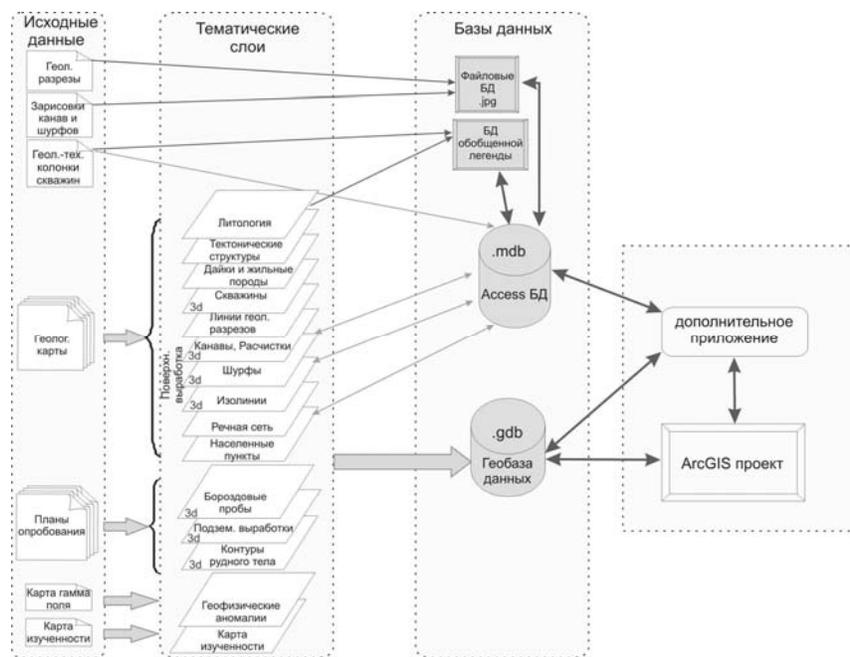


Рис. 1. Схема геоинформационной модели Марджанского месторождения.

Описываемая модель нами построена на примере полной совокупности данных поисковых, поисково-оценочных и разведочных работ, выполненных в течение 1964 – 1999гг. на золото-полиметаллическом месторождении Марджан и участках Мазмазак и Ахпюрнер (Шахбазян Р.Р., Арутюнян М.Х., 1988-1991; Гюрджян Л.А., Элоян Х.В., 1983-1988; Шахбазян Р.Р., 1981-1982; Арутюнян С.А., 1976 -1980; Апресян А., Авакян А., 1964). Совокупная информация включает геологические и геофизические карты, сводный план поверхностных и подземных выработок и скважин, погоризонтные геологические планы с результатами опробования, проек-

ции рудных тел на вертикальную плоскость, геолого-технические колонки скважин, зарисовки поверхностных выработок – шурфов, канав и расчисток.

Вся информация на основе картографических данных и маркшейдерских измерений сведена в единую пространственную систему географических координат, систематизирована по содержанию и в соответствии со своими особенностями распределена в описанные ниже виды баз данных и цифровых карт, составляющих “Геобазу данных” (рис. 1).

Файловая БД составлена из отдельных файлов, каждый из которых представляет графическое изображение одной поверхностной выработки – зарисовку канавы, расчистки или шурфа. Эти же выработки представлены в качестве пространственных объектов цифровых тематических слоев Геобазы данных и определены идентификационными номерами. Каждому графическому файлу присвоено название аналогичное идентификационному номеру изображенного в нем объекта. Таким образом создается физическая связь графических изображений файловой БД с объектами Геобазы данных на электронных картах.

С использованием компонентов ArcObjects, средствами языка программирования VBA создан дополнительный инструмент для нахождения во внешней БД и представления графических изображений по идентификационному номеру объекта, выбранного в ArcGIS.

БД обобщенной легенды карт, планов, разрезов, зарисовок и скважин. Цифровые карты и планы, составляющие Геобазу данных, составлены в разное время, разными авторами и в разном масштабе. По этой причине авторские определения названий пород в легендах различных карт нуждаются в идентификации для исключения разночтения и, в особенности, для однозначной интерпретации названий пород при автоматизированном построении производных карт, разрезов, геологических колонок скважин и другой графики, в которой совмещается информация из разных источников.

Особенно большим разнообразием отличается описание гидротермально измененных пород, содержащих оруденение.

С указанной целью, во-первых, сгруппированы идентичные, но по-разному определенные породы, затем определены названия групп, и каждой группе присвоен формальный код и выбран соответствующий ему условный знак.

Например, разнообразие описаний гидротермально измененных пород сведено к следующим определениям:

- Слабо гидротермально измененные “название породы”
- Гидротермально измененные “название породы”
- Интенсивно гидротермально измененные “название породы”
- Нацело гидротермально измененные породы.

“Название породы” в каждом конкретном случае имеет свой знак в легенде, на который налагается цветом или иным способом знак, соответствующий интенсивности гидротермального изменения.

По такой же схеме строятся условные знаки наложенной пиритизации, окварцевания и оруденения. Идентификационные коды условных знаков используются для автоматизации выбора условных знаков и раскраски электронных карт, созданных на основе БД. Способ идентификации наряду с необходимой формализацией позволяет сохранить авторское описание пород.

БД геолого-технических колонок скважин содержит полную графическую и цифровую информацию одноименного документа, структурированную в соответствии с требованиями реляционных БД.

Вся информация документации скважин сведена в четыре Access таблицы, содержание которых описано ниже.

В таблице “Технические параметры скважины” представлена информация о длине шага (интервала) бурения, выходе керна и диаметре скважины на данной глубине. Каждый интервал представляет одну запись в базе данных, и каждому из них присвоен идентификационный номер, соответствующий номеру скважины.

В таблице “Литология” представлено поинтервальное литологическое описание керна скважины, отметка начала и окончания интервала описания.

В таблице “Общие сведения” представлена проектная и фактическая глубина, азимут и угол наклона скважины.

В таблице “Данные анализов” представлены содержания в пробе Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mo, номер и длина пробы, интервал опробования.

С использованием компонентов ArcObjects средствами языка программирования VBA создана программа управления и анализа данных разведочных скважин, которая по данным, автоматически выбранным из перечисленных таблиц и БД обобщенной легенды, строит графическое изображение геолого-технической колонки с описанием пород и выделением рудных интервалов. Литологический разрез графически изображается путем идентификации описания породы в документации скважины с соответствующей породой и условным знаком в БД обобщенной легенды.

Программа работает как в среде ArcGIS, так и автономно.

БД результатов опробования представляет набор Access таблиц, каждая из которых включает данные опробования одного разведочного горизонта. Практически на данном месторождении набор проб одной Access таблицы ограничивается данными одной штольни, однако в некоторых случаях таблица может содержать пробы штрека или иной выработки из штольни. В Access таблице каждой пробе соответствует одна запись – строка следующего содержания: номер рудного тела, номер пробы, географические координаты и абсолютные отметки ее начала и окончания, длина пробы, содержания металлов в пробе.

Несмотря на то, что пробы разных горизонтов, а следовательно и одного рудного тела, записаны в различных Access таблицах, каждая проба идентификационным номером связана со своей записью в атрибутивной таблице ArcGIS, и при необходимости может быть построено трехмерное

изображение распределения концентраций в пределах выбранных рудных тел и выработок.

Базы векторной пространственной информации (Геобазы данных) хранят цифровые геологические и геофизические карты, карту изученности, планы опробования, местоположения поверхностных и подземных выработок, составленные оцифровкой отсканированных бумажных картографических документов в единой системе географических координат. В результате этого совокупность цифровой информации, независимо от ее источника, времени создания и масштаба отдельных документов, совмещена в объеме месторождения.

В Геобазе данных каждая геологическая карта или план опробования по своему содержанию разделены на тематически однородные цифровые слои, каждый из которых представляет один класс объектов. Классы объектов одного плана опробования или одной геологической карты организованы в группы (наборы классов объектов) (Arctur, Zeiler, 2004).

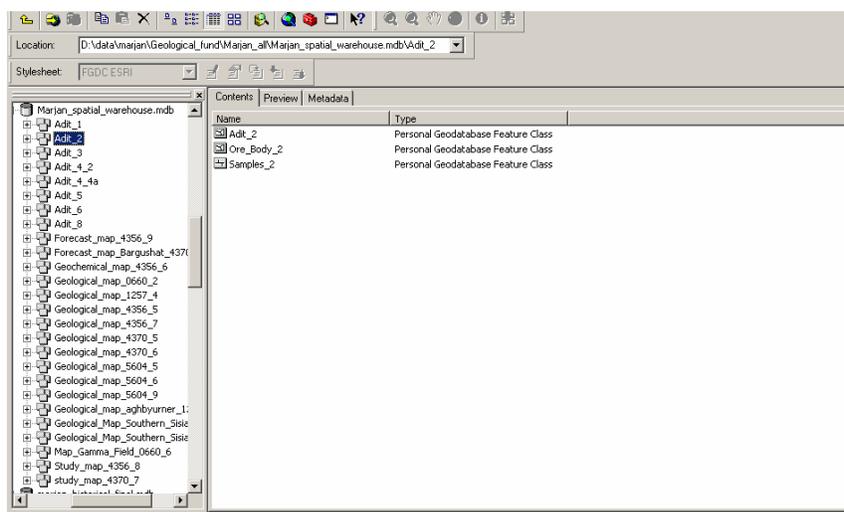


Рис. 2. Содержание набора классов объектов в Геобазе данных.

Планы опробования по своему содержанию разделены на 3 тематические слои (классы объектов) - бороздовых проб (линейные объекты), контуры рудных тел (полигональные объекты), контуры подземных выработок (полигональные объекты). Всем объектам указанных тематических слоев присваивается значение гипсометрической высоты, посредством чего они организуются как 3D шейп-файлы. В качестве вертикальной координаты была принята высотная отметка устья штольни на каждом горизонте. Создание 3D цифровых слоев позволяет визуализировать в трехмерном пространстве рудные тела, подземные выработки и бороздовые пробы.

Картографический материал по своему содержанию разделен на следующие группы тематических слоев:

– *Геологические карты*, включающие в себя цифровые слои литологии (полигональные объекты), тектоники (линейные объекты), даек и жильных пород (полигональные объекты).

– *Карты подземных, поверхностных выработок и скважин*, включающие цифровые слои буровых скважин (точечные объекты), линий геологических разрезов (линейные объекты), канав и расчисток (линейные объекты) и шурфов (точечные объекты).

– *Карты гамма полей* в геобазе данных представлены одним тематическим слоем геофизических аномалий.

– *Карты изученности* также представлены одним тематическим слоем.

– *Цифровые слои рек, населенных пунктов и изогипс*.

Оцифрованные изогипсы используются для создания трехмерной модели рельефа местности, используемой для объемной визуализации месторождения.

Тематические слои буровых скважин, поверхностных выработок и изогипс также организуются как 3D шейп-файлы. Для каждого объекта по трехмерной модели рельефа вычислено значение высотной отметки.

В целом, оцифровано 26 групп наборов карт (классов), каждый из которых содержит ряд тематических слоев (классов объектов) (рис. 2).

В Геобазе данных каждому набору классов объектов присвоено название, соответствующее номеру отчета в Геологическом фонде, в котором хранится информация.

На основе разработанной модели данных создана ГИС рудных месторождений, состоящая из геобазы данных, дополнительных программных приложений, разработанных на базе компонентов ArcObjects, и сопряженная с внешними автономными файловыми и Access базами данных (рис. 1).

Как указано выше, дополнительные программы расширяют стандартные функции ArcGIS, осуществляя связь объектов геобазы данных с внешними БД, а также их управление, анализ и визуализацию объектов внешних БД.

Совокупность атрибутивной и цифровой картографической информации, разработанной ГИС, может быть экспортирована в AutoCad и таблицы EXCEL, использована в программе DataMine и в других программных приложениях для подсчета запасов, а также как самостоятельные Access БД.

Авторы предлагаемую модель геолого-поисковых и разведочных данных рассматривают также как возможный унифицированный способ организации информации смежных тематических областей геологии и совмещения их в среде ГИС.

ЛИТЕРАТУРА

- Brodaric, B. and Hastings, J.** Evolution of an Object-Oriented, NADM-Based Data Model Prototype for the USGS National Geologic Map Database Project (web page, abstract): Annual Conference of the International Association for Mathematical Geology, IAMG2001, Cancun, Mexico, 2001. <http://www.kgs.ku.edu/Conferences/IAMG/Sessions/I/brodaric.html>.
- North American Geologic Map Data Model Steering Committee**, NADM Conceptual Model 1.0—A conceptual model for geologic map information: U.S. Geological Survey Open-File Report 2004-1334, 2004, 60 p. <http://pubs.usgs.gov/of/2004/1334>.
- Richard, S.M.**, Geologic map database implementation in the ESRI Geodatabase environment. Digital Mapping Techniques '03—Workshop Proceedings, U. S. Geological Survey. Open-File Report 03-471, 2003, p. 169-183. <http://pubs.usgs.gov/of/2003/of03-471/richard2/index.html>.
- Richard, S.M., Craigie, J., Soller, D.R.** Implementing NADM C1 for the National Geologic Map Database. Digital Mapping Techniques '04-Workshop Proceedings, U. S. Geological Survey Open-file Report 2004-1451, 2004, p. 111-144. <http://pubs.usgs.gov/of/2004/1451/pdf/richard.pdf>.
- Arthur D., Zeiler M.** Designing Geodatabases: Case Studies In GIS Data Modeling. ESRI Press, 2004, 250 p.

Рецензент А.С. Караханян

ՄԵՏԱՂԱԿԱՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ ԱՇԽԱՐՀԱԳՐԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱՏՎԱԿԱՆ ՍՈՂԵԼԻ ՄԿՁԲՈՒՆՔՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա. Ա. Ավագյան, Հ. Հ. Երիցյան, Հ. Մ. Մանանդյան

Ամփոփում

Մշակվել և ստեղծվել է մետաղական հանքավայրերի տվյալների աշխարհագրական տեղեկատվական մոդել, որը դիտարկվում է որպես ավելի ընդարձակ երկրաբանական միջավայրի տվյալների մոդելի թեմատիկ մաս: Տվյալների մոդելի հիման վրա ArcGIS միջավայրում ստեղծվել է մետաղական հանքավայրերի աշխարհագրական տեղեկատվական համակարգ (ԱՏՀ), որը բաղկացած է գեոտվյալների հենքից, նրա հետ կապված արտաքին ֆայլային ու Access տվյալների հենքերից և լրացուցիչ ծրագրային միջոցներից:

Մեկ ընդհանուր տվյալների շտեմարանում գոյություն ունեցող տարբեր աղբյուրների նկարագրական և քարտեզագրական տեղեկատվության համակարգումը հնարավորություն է տալիս գեոինֆորմացիոն մոդելը արդյունավետ կերպով կիրառել հանքավայրերի ուսումնասիրության, պաշարների, ինչպես նաև նրանց շահագործման էկոլոգիական հետևանքների գնահատման նպատակով:

Մոդելը և ԱՏՀ մշակվել են Մարջանի ոսկի-բազմամետաղային հանքավայրի օրինակով, սակայն կիրառելի են կամայական մետաղական հանքավայրի համար:

ON THE PRINCIPLES OF GEOGRAPHIC INFORMATION DATA MODELS FOR METALLIC DEPOSITS

A. Avagyan, H. Yeritsian, H. Manandyan

Abstract

A Geographic Information Data Model has been developed for metallic deposits, which may be viewed as one of the thematic parts of a broader Geological data model. Based on this data model, a Geographic Information System (GIS) for metallic deposits has been developed in ArcGIS environment, which consists of geodatabase, MS Access and file database, as well as additional programs.

Integration of mapping and descriptive information from different sources into a single data warehouse allows for efficient use of the system for exploration of deposits, resource estimation, as well as environmental assessment during and after mining activities.

The model and GIS have been developed on the example of Marjan gold-polymetallic deposit and can be applied for other metallic deposits.

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГИСТЕРЕЗИСА ВЫЗВАННОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ

© 2012 г. А. К. Матевосян

*Институт геологических наук НАН РА
0019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения,
E-mail: arshak.matevosyan@yandex.ru
Поступила в редакцию 17.05.2012 г.*

Проанализированы особенности и сформулировано понятие гистерезиса вызванной поляризации (ВП), который проявляется при электроразведочных исследованиях методом ВП в виде неоднозначной петлеобразной зависимости поляризации геоэлектрической среды под воздействием внешнего непрерывного циклического электрического поля. В результате математического моделирования и численных расчетов на конкретных примерах геоэлектрических сред выявлены закономерности проявления петли гистерезиса ВП. Рассмотрены годографы вектора напряженности вторичного электрического поля при синусоидальном временном режиме измерений. Установлено, что при векторной съемке рассматриваемый способ возбуждения электрического поля дает принципиальную возможность хорошей дифференциации геоэлектрических сред, характеризующихся малыми величинами временного параметра переходного процесса. Изучение особенностей проявления гистерезиса вызванной поляризации геологической среды создает весомые предпосылки для выполнения оперативных и достаточно информативных исследований методом ВП на переменном токе при решении различных задач.

Под гистерезисом (Физ. энци. сл., 1983) подразумевается явление, состоящее в том, что физическая величина, характеризующая состояние тела, неоднозначно зависит от физических величин, отражающих внешние условия. Гистерезис имеет место в тех случаях, когда состояние тела в данный момент времени определяется внешними условиями не только в тот же, но и предшествующие моменты времени. Неоднозначная зависимость величин наблюдается в любых процессах, поскольку для изменения состояния тела всегда требуется определенное время (время релаксации), а реакция тела отстает от вызванных ее причин. Такое отставание тем меньше, чем медленнее изменяются внешние условия. Однако для некоторых процессов отставание при замедлении изменения внешних условий не уменьшается. В этих случаях неоднозначную зависимость величин называют гистерезисной, а само явление гистерезисом. Наблюдается гистерезис в различных веществах и при различных физических процессах. Хорошо исследованы магнитный, диэлектрический, упругий гистерезис.

В статье впервые проанализированы особенности гистерезиса вызванной поляризации, который может проявляться при электроразведочных исследованиях вторичного электрического поля методом вызванной поляризации (ВП) (Комаров В.А., 1980; Электроразведка, 1989) в виде неоднозначной петлеобразной зависимости поляризации геоэлектрической среды от внешнего электрического поля при его непрерывном циклическом (в

частности, синусоидальном) изменении. С целью исследования закономерностей проявления гистерезиса ВП выполнены математическое моделирование и численные расчеты для однородной изотропной поляризующейся модели геоэлектрической среды с параметрами: $\Pi=1/3$ – поляризуемость, $T_0=1\text{с}$ и $t_0=0.003\text{с}$ – временные параметры: абсциссы максимумов первых производных переходных характеристик (постоянные времени) поляризационного (геоэлектрохимического) и индукционного полей по десятичному логарифму времени, соответственно, при коэффициентах $B=\sqrt{1000}$ и $m=2$ (Матевосян А.К, 2011²) и с соблюдением линейности процессов вторичного поля (Комаров В.А., 1980).

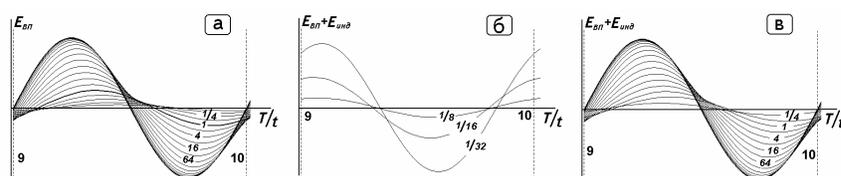


Рис.1. Семейства кривых изменения напряженности вторичного поля за десятый период синусоидального воздействия при отсутствии (а) и в присутствии (б, в) индукционных процессов. Шифр кривых – t/T_0 .

На рис.1 представлены совмещенные (построенные путем нормирования длительности возбуждения по величине периода синусоидального тока t) временные зависимости изменения напряженности вторичного поля в присутствии и отсутствии индукционных процессов за десятый период воздействия синусоидальным током $I(t)=I_0\sin(2\pi T/t)$ для разных значений периода колебаний, изменяющихся геометрической прогрессией. Теоретические исследования показали, что при рассматриваемом временном режиме возбуждения результирующее электрическое поле практически устанавливается (приходит в квазиравновесное состояние) уже после нескольких (практически с пятого) периодов. Приведенные временные зависимости напряженности вторичного поля – основного измеряемого параметра (рис.1), наглядно отражают особенности проявления исследуемых процессов в широком временном диапазоне изменения t (от миллисекунд до нескольких часов). Здесь же можно проследить, как с увеличением величины соотношения t/T_0 уменьшается фазовый сдвиг между исследуемой составляющей векторов напряженности первичного и вторичного электрических полей, измеряемой конкретной приемной линией.

Для визуализации подобным образом протекающих физических процессов обычно рекомендуется построение петель гистерезиса на временных зависимостях, наблюдаемых при циклическом возбуждении внешнего поля путем отложения по оси ординат значений суммарного или аномального поля, а по оси абсцисс – величины интенсивности внешнего воздействия за полный цикл (один период) (Физ. энц. сл., 1983). Отметим, что в

зависимости от используемой измерительной аппаратуры возможно и непосредственное наблюдение гистерезиса ВП в процессе исследования.

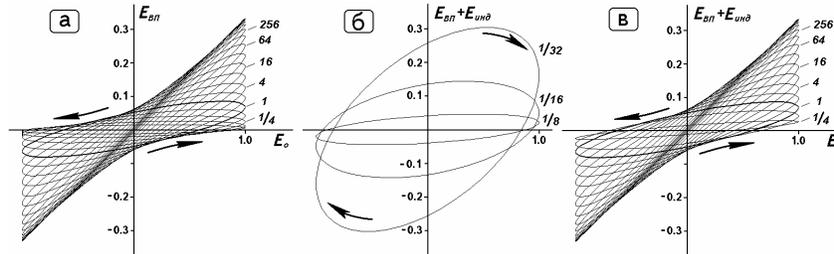


Рис.2. Семейства петель гистерезиса вызванной поляризации за десятый период синусоидального возбуждения электрического поля при отсутствии (а) и в присутствии (б, в) индукционных процессов (графики нормированы по максимальной величине первичного поля). Шифр кривых – t/T_0 .

На рис. 2 изображены петли гистерезиса ВП в отсутствии (а) и присутствии (для наглядности представлены на двух графиках – б, в) индукционных процессов, полученные теоретическими расчетами при синусоидальном изменении внешнего первичного электрического поля для описанной выше модели геоэлектрической среды. Исследования показали, что одному и тому же значению напряженности внешнего воздействия соответствуют разные значения вторичного поля, что характерно гистерезису. Эта неоднозначность обусловлена предшествующим состоянием исследуемого объекта – геологической среды, образца или модели. Судя по приведенным зависимостям, с определенным приближением можно считать, что петли гистерезиса ВП имеют форму эллипса или овала. Как следует из рис. 2а, с увеличением параметра t/T_0 (периода колебаний, нормированного по T_0 – по основному амплитудно-временному параметру переходной характеристики ВП) происходит постепенное увеличение интенсивности поляризационных процессов, непосредственно прямо пропорционально величине основного интерпретируемого параметра – кажущейся поляризуемости, которое на приведенных зависимостях отражается увеличением угла наклона петли гистерезиса: большой оси эллипса относительно оси абсцисс. Кроме этого, при определенном значении t/T_0 петля гистерезиса имеет наибольшую “ширину” (максимальную величину малой оси эллипса), а в момент отсутствия первичного поля ($E_0=0$) наблюдается максимальная остаточная величина вторичного поля, что напрямую характеризует величину T_0 . Следует подчеркнуть, что при отсутствии индукционного поля направление “вращения по петле” за период внешнего воздействия происходит против часовой стрелки. Известно (Физ. энци. сл., 1983), что площадь петли гистерезиса характеризует энергетические затраты за один цикл (период) внешнего воздействия на формирование вторичного поля, что в конечном счете идет на нагревание образца. Расчеты показали, что в нашем случае максимальная величина площади петли гистерезиса ВП проявляется при $t/T_0 \approx 8$ (рис. 2а). Поскольку при рассмот-

ренном временном режиме измерений процесс геоэлектрохимической поляризации исследуемого объекта не доводится до состояния полного насыщения, то полученную зависимость следует считать **петлей частного гистерезиса** (непредельная петля гистерезиса ВП). Указанные параметры (ширина и площадь петли гистерезиса) могут являться достаточно информативными при изучении вторичных процессов в режиме реального времени (экспресс-анализ).

В присутствии электродинамических процессов при определенной частоте синусоидального тока в ранней стадии наблюдается полная компенсация поляризованного поля индуктивным полем. В представленном случае это происходит во временном интервале $1/8 < t/T_0 < 1/4$ и на рассматриваемой зависимости не может проявляться, поскольку в этом случае “петля гистерезиса” практически сливается с осью абсцисс. Характерное отличие приведенных временных зависимостей вторичного суммарного поля (для исходной модели геоэлектрической среды) прослеживается при значениях $t/T_0 = 1/8$ и менее (сравнивая рис.1б и рис.1а) и заключается в значительном увеличении интенсивности вторичного поля (амплитуды) с одновременным уменьшением величины сдвига фаз. Поскольку индукционный процесс проявляется на петлях гистерезиса ВП противоположным направлением “вращения” – по часовой стрелке (рис. 2б), то при малых значениях t/T_0 суммарное поле также характеризуется отмечанным направлением “вращения”, что свидетельствует о доминирующей составляющей индукционного поля. С изменением частоты внешнего электромагнитного поля меняются форма и площадь петли гистерезиса ВП, и такую петлю можно назвать **динамической**.

Таким образом, согласно общепринятому определению гистерезиса (Физ. энцикл. сл., 1983), наблюдаемое проявление вторичного электрического поля при изучении геоэлектрической среды при внешнем циклическом электрическом воздействии **условно можно считать гистерезисным**, поскольку с изменением частоты первичного поля меняется форма петли, что противоречит обычно подразумеваемому понятию гистерезиса. Кроме этого, следует подчеркнуть, что при проведении электроразведочных исследований неоднородных геоэлектрических сред определяемые и интерпретируемые параметры являются **кажущимися (фиктивными)** – зависящими не только от пространственного распределения электрических свойств среды, но и от применяемой установки измерений (конфигурации, размеров и ориентировки).

Особый интерес представляет рассмотрение динамики вектора напряженности вторичного поля **Е_{впс}** (Матевосян А.К., 2002; Матевосян А.К., 2011¹) при циклическом возбуждении поля в процессе выполнения векторной съемки. На рис. 3 приведены временные зависимости изменения вектора **Е_{впс}** (годографы вектора вторичного поля (Матевосян А.К., 2011¹), которые для наглядности при различных t приведены в разных масштабах в исследуемом пункте наблюдений по взаимно перпендикулярным направлениям x и y за десятый период при синусоидальном внешнем

воздействии, полученные при следующих значениях основных параметров: $E_{ox}/E_{oy}=3/4$, $\eta_{kx}/\eta_{ky}=10/3$, $V_x=\sqrt{1000}$, $V_y=\sqrt{1200}$ для двух поляризующихся геoeлектрических сред (а, б), отличающихся только значениями T_{ox} и T_{oy} (1 и 5с). В интервале $0.01 < t/(T_{ox}, T_{oy}) < 100$ наблюдается изменение ориентировок и площадей этих зависимостей, что несомненно может являться характерным и весьма эффективным признаком, характеризующим амплитудно-временные параметры поляризационных процессов (наряду с фазовым сдвигом вторичного поля относительно первичного) геoeлектрической среды при возбуждении поля синусоидальным током. Согласно выше представленным теоретическим исследованиям, на рис. 4 для рассматриваемых геoeлектрических сред приведены петли гистерезиса ВП, полученные по наблюдаемым x- и y-составляющим напряженностей первичного и вторичного электрических полей в пункте наблюдений за десятый период. Здесь же приведены временные зависимости величины вектора напряженности вторичного поля $E_{впс}$ от величины вектора напряженности первичного поля $E_{ос}$ за тот же рассматриваемый временной интервал. В последнем случае получены замкнутые кривые сложной формы, а насколько информативно представление и анализ таких временных зависимостей в процессе интерпретации разнохарактерного экспериментального материала покажут дальнейшие исследования. Кроме этого, судя по полученным годографам вектора $E_{впс}$, можно утверждать, что рассматриваемый временной режим измерений при векторной съемке дает принципиальную возможность хорошей дифференциации геoeлектрических сред, характеризующихся малыми величинами T_0 , и создает весомые предпосылки для выполнения эффективных исследований при решении различных задач. Здесь следует только отметить, что общая особенность приведенных зависимостей заключается в полном непрерывном смещении конца вектора $E_{впс}$ по замкнутой кривой за один период, и с уменьшением частоты тока наблюдается увеличение величины вторичного поля.

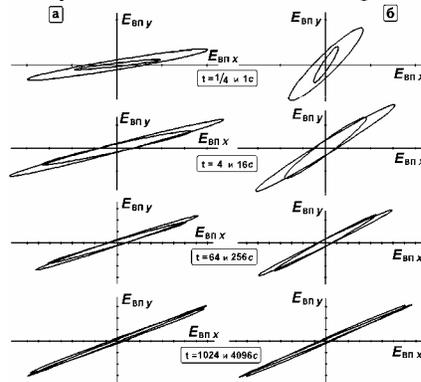


Рис.3. Динамика вращения вектора напряженности вторичного поля $E_{впс}$ за десятый период при возбуждении поля синусоидальным током различной частоты в исследуемом пункте наблюдений при векторной съемке.
а – $T_{ox}=1с$ и $T_{oy}=5с$, б – $T_{ox}=5с$ и $T_{oy}=1с$.

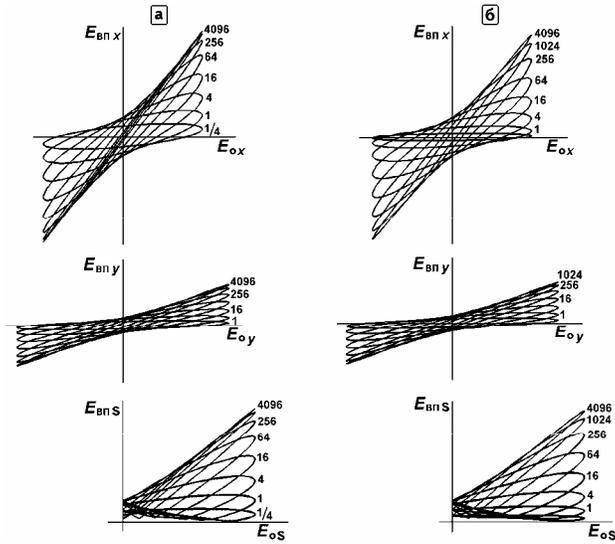


Рис.4. Семейства петель гистерезиса ВП, построенные по x - и y -составляющим, и временные зависимости полных значений напряженностей первичного и вторичного электрических полей за десятый период при возбуждении поля синусоидальным током различной частоты по результатам векторной съемки. Шифр кривых – t (в секундах).
 а – $T_{ox}=1c$ и $T_{oy}=5c$, б – $T_{ox}=5c$ и $T_{oy}=1c$.

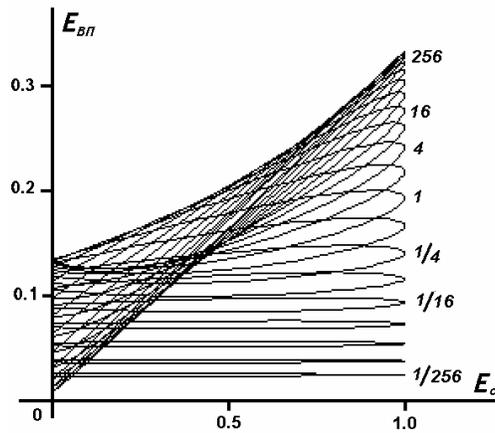


Рис.5. Семейство петель частного гистерезиса вызванной поляризации за десятый период при непрерывном однополярном возбуждении электрического поля. Шифр кривых – t/T_0 .

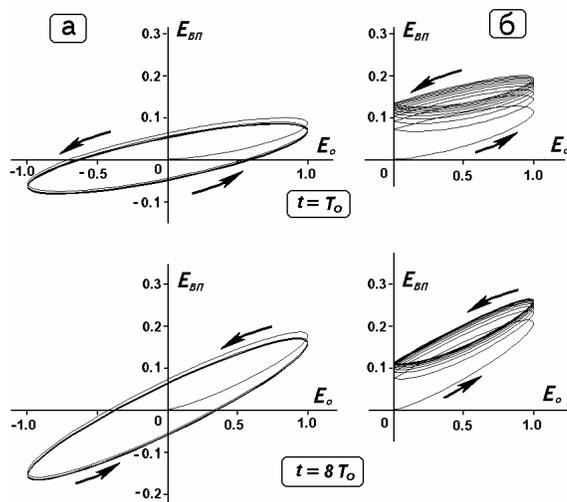


Рис.6. Динамика изменения петель гистерезиса вызванной поляризации за первые десять периодов при непрерывном разнополярном (а) и однополярном (б) возбуждении электрического поля.

На рис. 5 изображены петли частного гистерезиса ВП (в отсутствии индукционных процессов) за десятый период при непрерывном однополярном периодическом внешнем воздействии при различных величинах периода колебаний для вышерассмотренной модели геоэлектрической среды. При малых значениях t/T_0 (рис. 5) петли гистерезиса ориентированы почти параллельно оси абсцисс и имеют незначительную “ширину”, характеризующую нарастание ВП за данный период возбуждения. С увеличением t/T_0 увеличиваются угол наклона и ширина петли гистерезиса с постепенным нарастанием значений вторичного поля. При определенной величине соотношения t/T_0 (для рассматриваемой среды при $t/T_0 \approx 10$) петли гистерезиса имеют наибольшую площадь (и как в предыдущем случае – при знакопеременном синусоидальном токе), также характеризующую энергетические затраты на формирование поляризационного поля. В отличие от синусоидального внешнего поля, в данном однополярном случае при малых значениях t/T_0 (во временной области непосредственно следующей за наиболее интенсивными значениями индукционного поля) не наблюдается быстрое (к пятому периоду) установление равновесного динамического состояния среды к приложенному электрическому воздействию. Эта закономерность наглядно отражена на рис. 6. Характерная особенность петель гистерезиса (рис. 6б) – спиралеобразное с вращением против часовой стрелки монотонное увеличение интенсивности поля ВП с каждым последующим периодом однополярного возбуждения. При таком характере изменения приложенного поля основным поляризационным параметром (ВП) может являться величина напряженности вторичного

поля в момент отсутствия первичного поля, либо усредненная величина вторичного поля за один период воздействия. Кроме этого, могут быть использованы и геометрические параметры петли гистерезиса: ширина при половине максимальной величины первичного поля, площадь и угол наклона (с учетом выбранных шкал осей абсцисс и ординат).

Таким образом, резюмируя сказанное можно констатировать, что изучение особенностей проявления гистерезиса вызванной поляризации геологической среды создает весомые предпосылки для выполнения оперативных и достаточно информативных исследований методом ВП на переменном токе при решении различных (инженерно-геологические, гидрогеологические, геоэкологические, сейсмопрогностические, археологические) задач.

ЛИТЕРАТУРА

- Комаров В.А.** Электроразведка методом вызванной поляризации. Л.: Недра, 1980, 391 с.
- Матевосян А.К.** К вопросу изучения особенностей проявления системы параметров кажущегося сопротивления и кажущейся поляризуемости. Изв. НАН Армении, Науки о Земле, 2002, LV, № 1-3, с. 54-58.
- Матевосян А.К.** Определение полных интегральных амплитудно-временных параметров вызванной поляризации по результатам векторных измерений. Доклады НАН Армении, 2011¹, 111, № 2, с. 157-163.
- Матевосян А.К.** Особенности проявления интегральных амплитудно-временных параметров вызванной поляризации в присутствии индукционных процессов. Доклады НАН Армении, 2011², 111, № 3, с. 280-287.
- Физический энциклопедический словарь.** М. Сов. энциклопедия. 1983. 928 с.
- Электроразведка.** Справочник геофизика. М.: Недра, 1989, в двух книгах – 438 с., 378 с.

Рецензент С.М.Оганесян

ՀԱՐՈՒՑՎԱԾ ԲԵՎԵՌԱՑՄԱՆ ՀԻՍՏԵՐԵԶԻՍԻ ՅՈՒՐԱՀԱՏՈՒԿ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ա. Կ. Մաթևոսյան

Ամփոփում

Վերլուծված են հարուցված բևեռացման (ՀԲ) հիստերեզիսի առանձնահատկությունները, որը ի հայտ է գալիս երկրաէլեկտրական միջավայրի բևեռացման ոչ միանշանակ օղականման կախվածության տեսքով արտաքին փոփոխական էլեկտրական դաշտի պարբերական ազդեցության ներքո ՀԲ մեթոդով էլեկտրահետախուզական ուսումնասիրություններ կատարելիս:

Մաթեմատիկական մոդելավորման և թվային հաշվարկների արդյունքների հիման վրա որոշակի երկրաէլեկտրական միջավայրերի համար հետազոտված է ՀԲ հիստերեզիսի օրինաչափություն-

ների արտահայտումը: Դիտարկված են երկրորդական էլեկտրական դաշտի լարվածության վեկտորի հողոգրաֆները սինուսոիդալ ժամանակային ռեժիմի չափման ժամանակ:

Ապացուցված է, որ վեկտորային հանույթի ժամանակ դիտարկվող էլեկտրական դաշտի գրգռման եղանակը հնարավորություն է տալիս լավ տարանջատել այն երկրաէլեկտրական միջավայրերը, որոնք բնութագրվում են անցումային պրոցեսի ժամանակային չափանիշի փոքր արժեքներով: Նշված օրինաչափությունը ստեղծում է ծանրակշիռ նախադրյալներ փոփոխական հոսանքով ՀԲ մեթոդով երկրաբանական միջավայրի արդյունավետ ուսումնասիրություններ կատարելու համար ինժեներաերկրաբանական, հիդրոերկրաբանական, երկրաէկոլոգիական, սեյսմական խագուշակային, հնագիտական և այլ խնդիրներ լուծելիս:

THE SPECIFIC PARTICULARITY OF THE HYSTERESIS OF INDUCED POLARIZATION

A. K. Matevosyan

Abstract

Analysed the particularities and formulated the concept of the induced polarization (IP) hysteresis, which manifests itself in the electrical prospecting of the secondary electric field study by IP method in the form of the ambiguous loop-like dependence of the polarization of the geoelectric media by the external electric field at it's the cyclic (sinusoidal) change.

As a result of the mathematical modeling and numerical calculations on the specific examples of the geoelectric media are revealed the regularities of the manifestation of the IP hysteresis loop. The considered hodographs are of the vector of the intensity of the secondary electric field at the sinusoidal time mode of the measurement.

It is established, that at the vector survey the considered mode of the excitation of the electric field gives a good possibility of the differentiation of the geoelectric media with the small values of the time parameter of the transition process. The specified regularity creates the weighty premiseses for performing the efficient studies by the considered time mode of IP method for the decision non-metallic (geotechnical, hydrogeological, environmental, seismic, archaeological) geological tasks.

О ЛИТОЛОГО-ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РАЗМЕЩЕНИЯ ДИАТОМИТОВЫХ БАССЕЙНОВ АРМЕНИИ

© 2012 г. Т. А. Авакян, А. С. Аванесян

*Институт геологических наук НАН РА
0019, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
E-mail: hrshah@sci.am, ashavan48@mail.ru
Поступила в редакцию 06. 05. 2012г.*

В статье приводится описание выделяемых геоморфологических зон, на основании которых была составлена схематическая литолого-палеогеографическая карта размещения плиоцен-четвертичных диатомитовых бассейнов Армении. Среди них особое место занимает зона развития наземного плиоцен-четвертичного вулканизма, где фиксируются участки диатомитоносных бассейнов.

Введение

Целью настоящей статьи является на основе литолого-палеогеографического анализа показать расположение плиоцен-четвертичных диатомитоносных бассейнов на территории Армении и дать оценку их перспективности. Для осуществления поставленной цели были проанализированы опубликованные и личные материалы по литологии и стратиграфии плиоцен-четвертичных отложений, новейшему вулканизму, палеогеографическим и климатическим условиям поздне третично-антропогенного времени.

Вопросы возраста, стратиграфии, вулканизма, новейшей тектоники, палеогеографии, геоморфологии, палеосреды плиоцен-четвертичного времени, периода, когда на Малом Кавказе формировались диатомитоносные бассейны, отражены в работах большого ряда исследователей: Паффенгольца К.Н. (1948, 1964), Порецкого В.С. (1953), Милановского Е.Е. (1952, 1960, 1962), Асламяна А.Т. (1958), Габриеляна А.А. (1964), Бальяна С.П. (1969), Джрбашяна Р.Т., Авакяна Т.А. (2008), Саркисяна О.А. (1989), Сатиана М.А. и др. (1987), Саядяна Ю.В. (1972, 1983, 2009), Шириняна К.Г. (1970), Мелик-Адамяна Г.У. (2003), Габриеляна И. и др. (2004). Большая часть этих материалов, а также литологическая карта Армянской ССР (Геология Армянской ССР, т. V, Литология, 1974), использованы при составлении литолого-палеогеографической схемы размещения плиоцен-четвертичных диатомитовых бассейнов Армении.

Схема палеогеографической зональности региона плиоцен-четвертичного времени может способствовать оценке перспектив известных и выявлению новых месторождений диатомитов.

В основу составления схемы положен анализ палеотектонических и палеогеоморфологических условий, обусловивших палеогеографическую зональность региона с выделением денудационных и аккумулятивно-денудационных зон (рис. 1).



Рис. 1. Схематическая литолого-палеогеографическая карта размещения плиоцен-четвертичных диатомитонесных бассейнов Армении

Условные обозначения: 1-2 палеогеографические зоны: 1-денудационные, сложенные до плиоценовыми образованиями; 2-аккумулятивно-денудационные (N_2^3-Q), 3-4 области развития плиоцен-четвертичного наземного вулканизма (N_2^3-Q) с диатомитонесными бассейнами: 3-преимущественно лавы, туфы, шлаки основного, среднего и кислого состава; 4-преимущественно вулканогенно-обломочные образования

5-6 типы диатомитонесных седиментационных бассейнов: 5-осадочные (диатомиты, глинистые диатомиты, диатомовые глины, пески); 6-вулканогенно-осадочные (диатомиты, глинистые диатомиты и диатомовые глины, лавы базальтов, базальтовые андезиты, пемзы, перлиты и вулканокластические отложения кислого и среднего состава); 7-границы седиментационных диатомитонесных бассейнов: а) достоверные, б) предполагаемые; Диатомитонесные бассейны: I - Ахурянский, II - Казах-Раздан

Азатский (Центральный), III - Арпийский, IV- Воротан-Горисский, V – Севанский

Как зоны денудации выделены области размыва разновозрастных доплиоценовых образований различного состава.

К аккумулятивно-денудационным относятся, в основном, области накопления речных и озерных (главным образом запрудных) осадков с диатомитоносными бассейнами и зоны развития наземного вулканизма, являющихся источником кремнезема благоприятного для развития диатомовых водорослей. Палеогеографическая зональность региона в значительной мере обусловлена глубинным строением, вулкано-тектоническими факторами и особенностями проявления вулканической активности. При составлении карты основное внимание было уделено диатомитоносным седиментационным бассейнам, которые непосредственно связаны с областями развития наземного вулканизма, т.к. пространственное размещение диатомитовых бассейнов в Армении в условиях полной регрессии сарматского моря в значительной мере контролируется палеорельефом вулканического комплекса.

Важнейшими морфологическими формами рельефа является вулканический денудационный рельеф – стратовулканы, бронированные плато, щитовидные массивы, экстрозивные купола. К аккумулятивной форме рельефа относятся межгорные депрессии, их окраины (Араратская котловина), речные долины, молодые тектонические прогибы, поверхности лавовых потоков и другие. По литолого-палеогеографическим и тектоническим признакам выделяются следующие генетические типы бассейнов: крупные, более или менее изометрические межгорные впадины (Ширакская и Севанская), бассейны запрудного типа в долинах крупных рек (Воротанский, Центральный – Касах-Разданский и др.), бассейны запрудного типа в молодых тектонических впадинах (Джрадзорский). Образование диатомитоносных бассейнов в тектоническом отношении определено предшествующим и последующим, постсарматским до позднеплиоценовым рельефом контрастного типа в условиях уже сформировавшейся и новообразующейся мозаики различных блоков континентальной коры в пределах Центральной складчатой зоны Армении.

Диатомитоносные бассейны Армении относятся к третьей крупной эпохе кремненакопления верхнеплиоцен-четвертичного времени (Сатиан, 1987), характеризующейся развитием вулканогенно-осадочных крупных и мелких осадочных диатомово-пемзовых месторождений силицитов в составе наземно-вулканической надформации. Образование бассейнов имело место в озерах вулканического ландшафта во время вулканической деятельности, а также на поствулканической стадии.

В этой связи выделяются вулканогенно-осадочные (с преобладанием вулканического материала) и собственно осадочные (с незначительной примесью вулканического материала, до 10%) диатомитовые месторождения. Вулканогенно-осадочные и собственно осадочные диатомитовые

месторождения группируются в пяти главных диатомитоносных бассейнах: Ахурянском, Касах-Раздан-Азатском, Арпийском, Воротан-Горисском, Севанском (Авакян, 1992); их наименования привязаны к географическим названиям и главной речной сети. Вулканические продукты дали огромный импульс развитию диатомовых водорослей. Роль лавовых потоков очевидна прежде всего в образовании запруд. Связь диатомитовых месторождений с эффузивным вулканизмом характерна не только для Закавказья, но и для многих диатомитовых месторождений Японии, Новой Зеландии и др., которые, в основном, приурочены к областям новейшего вулканизма и по возрасту относятся к третично-четвертичному времени.

Изучение вулканических пород показало, что зональность размещения вулканических пород зависит от ареалов вулканизма. Так, в Ахурянском седиментационном бассейне вулканические породы имеют андезит-базальтовый, андезит-дацитовый состав, в Касах-Раздан-Азатском, Арпийском и Севанском седиментационных бассейнах – андезит-базальтовый, а также риолитовый. Для Воротан-Горисского седиментационного бассейна характерен трахибазальтовый, трахиандезитовый, дацитовый и риолитовый составы (Авакян, 1994).

Отмеченная зональность вулканических пород имеет большое значение при составлении палеогеографических карт и при оконтуривании диатомитоносных бассейнов, а также для выявления источника поступления кремнезема в бассейн. Среди диатомитоносных бассейнов помимо вулканогенно-осадочных выделяется относительно редкий тип собственно осадочных месторождений, который содержит малую долю вулканического материала, примером которого является Джрадзорское месторождение. В разрезе диатомитоносной толщи имеются линзообразные (10-30см) пемзовые глинистые пески, составляющие в среднем 2.5% от суммарной мощности диатомитоносной толщи. Среди диатомитоносных седиментационных бассейнов Армении Ахурянский и Воротан-Горисский характеризуются наибольшими мощностями отложений, достигающими 350-400м. Мощность продуктивных слоев в разрезе достигает от 5-10 до 35м. В остальных седиментационных бассейнах мощность диатомитов колеблется от 1.5 до 15.0м. Размеры диатомитоносных бассейнов колеблются от 37х7.5км² до 80х30км². Усредненное соотношение петрографических типов пород в вулканогенно-осадочных месторождениях таково: диатомитов, глинистых диатомитов и диатомовых глин – 35-65%, остальная часть представлена смешанными туфо-диатомовыми породами, пирокластами, лавами и терригенными отложениями. В осадочных диатомитовых месторождениях до 95-97% разреза слагают осадочные отложения, среди петрографических разновидностей преобладают диатомиты (80-90%), а также глинистые диатомиты, реже диатомитовые глины и терригенные алевро-песчанистые образования (Авакян, 1992). Возраст диатомитоносных отложений колеблется от верхнего плиоцена вплоть до современного. Выделяются верхнеплиоцен-нижнечетвертичные, нижнечетвертичные, средне-позднечетвертичные и современные седиментационные бассейны. Про-

должительность развития отдельных бассейнов определяется 1-2.5 Ма. Из позднечетвертичных диатомитовых месторождений отметим Цовинарское (Маргунийский район) месторождение в Севанском бассейне, где накопление диатомитов происходило в последнем тысячелетии и продолжается до настоящего времени. Выход диатомитовых осадков на поверхность вызван обмелением Большого Севана, с формированием участков застойных зон. Одна из них охватывает южное и юго-западное побережья озера. Диатомитовые осадки этой полосы рыхлые, сыпучие, сырье высококачественное, но запасы небольшие (мощность продуктивной толщи не превышает 1.5м).

При составлении карты палеогеографической зональности учтен и климатический фактор. Отмеченные седиментационные диатомитоносные бассейны развивались в весьма различных климатических условиях. Так, для Ахурянского седиментационного бассейна характерна следующая смена растительности (снизу-вверх): степная, лесная, степная, лесная, имеющие соответствующие формы растений (Саядян, 1972). Им соответствуют климатические изменения от влажного и прохладного до увлажненного и холодного. Сходная климатическая зональность с некоторыми отклонениями по количеству зон наблюдается в полосе от Касах-Раздан-Азатского до Воротан-Горисского диатомитоносного бассейна. В Севанском диатомитоносном бассейне выделено 10 палинологических зон, начиная с первой половины и до начала второй половины атлантического периода, т.е. эпохи энеолита (IV тысячелетие до н.э.) до современного периода XIX-XX вв. Им соответствовали (снизу-вверх): атлантический, субареальный, субатлантический климатические периоды с характерной для них растительностью (Саядян, 1983). Согласно И.Габриеляну и др. (2004), палеосреда в районе Воротан-Горисского диатомитоносного бассейна в плиоцен-плейстоценовое время характеризовалась сухим континентальным, умеренным, а порой и субтропическим климатом.

Заключение

Вышеприведенные данные позволяют на территории Армении по литолого-палеогеографическим условиям и содержанию полезного компонента выделить качественно различные типы диатомитоносных бассейнов – осадочные и вулканогенно-осадочные.

Выделенные палеогеографические элементы помогают сконцентрировать внимание на оконтуривании высококачественных диатомитовых месторождений и оценке их прогнозных ресурсов.

Первый опыт мелкомасштабного районирования диатомитоносных бассейнов на палеогеографической основе предполагает последующую детализацию карты для площадей, перспективных на выявление крупных и средних месторождений диатомитов с целью научного обоснования поисково-разведочных работ и их дальнейшей эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

- Авакян Т.А.** Геология и закономерности образования вулканогенно-диатомитовой формации и месторождения диатомитов Армении. Автореферат докт. диссерт., Москва, 1992. 29 с.
- Авакян Т.А.** Формационные критерии поисков месторождений диатомитов Армении. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1994, т. XLVII, N 3, с. 37-42.
- Асланян А.Т.** Региональная геология Армении. Айпетрат, Ереван, 1958, 430 с.
- Габриелян А.А.** Палеоген и неоген Арм.ССР. Стратиграфия, тектоника, история геологического развития. Изд. АН Арм ССР, Ереван, 1964, 259 с.
- Габриелян И., Гаспарян Б., Нагапетян С. и др.** Палеосреда в бассейне р.Воротан (Республика Армения) в плиоцен-плейстоцене (по материалам Шамбской подгруппы местонахождений флоры и фауны). Материалы международной научной конференции по археологии. Тбилиси, 2004, с. 103-104.
- Геология Армянской ССР**, т.V, Литология. Изд. АН Арм ССР, Ереван, 1974, 500 с.
- Бальян С.П.** Структурная геоморфология Армянского нагорья и окаймляющих областей. Изд. ЕГУ, Ереван, 1969, 390 с.
- Джрбашян Р.Т., Авакян Т.А.** Значение вулканогенно-диатомитовых пород при качественной характеристике диатомитоносных бассейнов Армении. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2008, т. LXI, N 3, с. 21-26.
- Мелик-Адамян Г.У.** Стратиграфия и палеогеография плиоцена и нижнего плейстоцена Центральной и Северо-Западной Армении на основании фауны наземных позвоночных. Автореферат канд. диссерт, Ереван. 2003, 29 с.
- Սարգսյան Հ.Հ.** Հայաստանի թեփոնալ երկրաօդային կլիմայի մասին, Երևան, 1989, 269 է.
- Сатиан М.А., Авакян Т.А., Мандалян Р.А., Нисанян Г.Б.** Кремнистые породы фанерозоя территории Армянской ССР. Изд. АН Арм ССР, Ереван, 1987, 186 с.
- Саядян Ю.В.** Значение Ширакского опорного разреза для стратиграфии плейстоцена Закавказья. Бюлл. Комиссии по изуч. четв. периода, N 39, 1972, с. 36-39.
- Саядян Ю.В.** Человек и среда в послеледниковое время в бассейне оз. Севан и сопредельных областях. В сб. Вопросы геологии четвертичного периода Армении. Изд-во АН Арм ССР, Ереван, 1983, с. 67-75.
- Саядян Ю. В.** Новейшая геологическая история Армении. Ереван. Изд. Гитутюн, НАН РА, 2009, 357 с.
- Ширинян К.Г.** Главные черты плиоцен-четвертичного вулканизма Армении. В кн. Геология Арм ССР, т. 4. Петрография, вулканические породы. Изд-во АН Арм ССР, Ереван, 1970, с. 477-483.

Рецензент Ж. О. Степанян

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԴԻԱՏՈՄԻՏՍԱՅԻՆ ԱՎԱԶԱՆՆԵՐԻ ՏԵՂԱԿԱՅՄԱՆ ԼԻԹՈՂՈԳԱ-ՀՆԱՇԽԱՐՀԱԳՐԱԿԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Թ. Ա. Ավագյան, Ա. Ս. Ավանեայան

Ա մ փ ո փ ո մ

Հոդվածում բերվում են պալեոաշխարհագրական զոնաների նկարագրություններ, ինչպիսիք են դենուդացիոն, ակումուլյատիվ-դենուդացիոն, ինչպես նաև զոնաներ, որտեղ զարգացած են ցամաքային հրաբխականությունը և դրա հետ կապված դիատոմիտաբեր ավազանները: Պալեոաշխարհագրական քարտեզի կազմման, ինչպես նաև դիատոմիտային ավազանների սահմանագծման համար հաշվի է

առնված դիատոմիտաբեր ավազաններում հրաբխային ապարների զոնալականությունը: Հաշվի է առնված նաև կլիմայական ֆակտորը դիատոմիտաբեր ավազանների առաջացման և զարգացման ժամանակ: Ներկայացված լիթոլոգա-պալեոաշխարհագրական սխեման կարիք ունի հետագայում խոշորացնելու մասշտաբը՝ նպատակ ունենալով էլ ավելի մանրամասն ներկայացնելու դիատոմիտային ավազանների առաջացման և զարգացման ու տեղաբախշման պայմանները, ինչպես նաև, անջատելու դիատոմիտաբեր զոնաներում գտնվող արդյունաբերական նշանակություն ունեցող բարձր որակի դիատոմիտային հանքավայրերի սահմանները:

**ABOUT THE LITHOLOGICAL AND PALEOGEOGRAPHIC
SETTINGS OF DISPOSITION OF THE DIATOMITE
BASINS OF ARMENIA**

T. A. Avagyan, A. S. Avanesyan

S u m m a r y

The article presents the description of the identified geomorphological zones used as basin to prepare a schematic lithological and paleogeographic map of disposition of the Pliocene - Quaternary diatomite basins of Armenia. Among the zones identified by us, the zone of on-land volcanism development, where sites with and without diatomite-bearing basins have been recorded, takes special place. Volcanogenic-sedimentary and sedimentary diatomic deposits are identified on the map for the first time: they concentrate in five main diatomite-bearing basins.

ОСОБЕННОСТИ ГЕОМАГНИТНЫХ ВАРИАЦИЙ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ТЕРРИТОРИИ АРМЕНИИ

© 2012 г. А. О. Симонян, М. В. Оганян, А. С. Хачатрян

*Институт геофизики и инженерной сейсмологии им. А.Г. Назарова НАН РА,
Армения 3115, Гюмри, В.Саргсяна 5
E-mail: as_iges@freenet.am
Поступила в редакцию 16.05.2011 г.*

В работе решается проблема выделения локальных геомагнитных вариаций на фоне вариаций внешних источников и глобального характера вариаций, генерированных в жидком ядре Земли процессами, тесно связанными с генерацией и поддержкой ее магнитного поля. Выделены особенности геомагнитных вариаций, характерных для пунктов измерений в северной части территории Армении. Региональный фон внутренних вариаций оценивается согласно высокоточным международным моделям IGRF, а внешних – сериями индексов солнечной и геомагнитной активностей. Получены предварительные результаты по особенностям электропроводности нижних слоев Земли и тектонической активности области исследований путем анализа амплитудно-частотных и пространственных характеристик выделенных локальных вариаций геомагнитного поля.

Локальными аномалиями геомагнитного поля и его вариаций принято называть аномалии, связанные с неоднородностями распределения намагниченных горных пород, залегающих в земной коре и верхней мантии, где температура ниже точки размагничивания горных минералов (точки Кюри), и динамическими особенностями региона наблюдений, приводящих к изменению намагниченности пород, равно как и электрической проводимости, неоднородной в пространстве и нестационарной во времени. Трудность выделения аномалий этих источников обусловлена тем, что вызванное ими магнитное поле и его вариации составляют лишь незначительную часть суммарного поля и его вариаций, отраженных в наземных магнитных наблюдениях, и еще меньшую долю измеренных величин, полученных из наблюдений, проводимых в околоземном пространстве. Лишь систематические данные из разных точек земной поверхности позволяют выявить аномальную часть геомагнитных вариаций, которая представляет серьезный научный и практический интерес, вызванный, в частности, их связью с изменениями поля упругих напряжений в процессе тектонической активности разных регионов земной поверхности. Данная работа посвящена выделению и изучению особенностей локальных геомагнитных вариаций из серий данных режимных наблюдений модуля полного вектора напряженности геомагнитного поля (T), предоставляемых действующими на территории Армении магнитометрическими станциями на основе результатов анализа регионального фона вариаций главного поля и полей внешних источников (Симонян и др., 2011).

Данные и их анализ

Анализируя данные систематических наблюдений модуля полного вектора геомагнитного поля (T), проводимых с 1983г. на территории Армении на магнитных станциях “Артик”, “Бавра”, “Гюлагарак”, “Степанаван”, “Карчахпюр” и “Джермук”, установлено, что интервалом, покрытом сериями данных минимум 2-3 станций, является период с 1 октября 2007 года по 30 ноября 2008 года. При этом данные лишь некоторых станций удовлетворяют требованию о непрерывности рядов при дискретизации измерений, позволяющей выделить и изучить наиболее полный спектр геомагнитных вариаций и особенностей их проявления на территории Армении. Оказалось, что в абсолютном большинстве случаев станции обеспечивают данными, полученными при режиме измерений с интервалом в 1 час, и лишь станции, действующие в северной части территории Армении, обеспечивают более или менее регулярными сериями данных, полученных при измерительном режиме с интервалом в 5 минут. В результате анализа данных оказалось, что только данные кратких периодных интервалов могут обеспечить статистически значимые результаты при выявлении особенностей геомагнитных вариаций в диапазоне спектра с нижним пределом, определяемым продолжительностью суточных вариаций, и верхним – продолжительностью годовых или сезонных. Из вековых вариаций очевидно, что по этим данным можно только оценить вековой ход поля от 2007 года к 2008 году.

Основная часть векового хода, проявляющегося в среднесуточных значениях данных наблюдений в виде медленного тренда (Симонян и др., 2011), обусловлена вековыми вариациями главного магнитного поля Земли, которое генерируется в жидком ядре нашей планеты и неразрывно связано с процессами генерации самого магнитного поля Земли. Последние имеют региональный характер в своем проявлении на земной поверхности, являясь, также как и само поле, функциями от пространственных координат и определяются как временные изменения среднегодовых значений поля, зарегистрированного в разных точках земной поверхности. Ими обусловлены временные изменения международных и эквивалентных им пространственных моделей геомагнитного поля, построенных для разных эпох (Bloxham & Jackson, 1992; Rygaard-Hjalsted et al., 1997; Cain et al., 2002a; Cain et al., 2002b; Sabaka et al., 2002; Finlay et al., 2010); в связи с этим появляется необходимость постоянного обновления этих моделей. Известно, что модели IGRF (International Geomagnetic Reference Field) строятся для эпох с интервалом в 5 лет, внутри которого подразумевается постоянный вековой ход и, соответственно, линейный характер кумулятивных временных изменений поля. В последнее время наряду с глобальными международными моделями поля (IGRF) строятся и глобальные пространственные модели векового хода, которые, по существу, используются для прогноза значений геомагнитного поля и его вариаций до появления уточненной пространственной модели поля на следующую пятилетку.

IGRF модели на соответствующий период времени нами были использованы для вычисления значений T в точках магнитных станций при выделении возможных аномалий вековых вариаций главного поля из серий данных этих станций (Симонян и др., 2011). Следует иметь в виду, что точность таким образом определенных серий значений поля определяется точностью IGRF по представлению поля в пространстве и во времени. Отметим, что значения векового хода, определенные скоростью трендовых изменений серий наблюдений, составляют 39.5 и 34.4 нТл/год по данным Гюлагарак и Бавры соответственно. Вековой ход для этого интервала времени в точках этих станций, определенный по скорости тренда представленных серий модельных (IGRF) значений поля, соответственно составляет 38.6 и 38.1 нТл/год. Для сравнения отметим, что расчетное значение векового хода, определенное непосредственно из международных моделей вековых вариаций, в точке станции “Арктик” находится в этом же диапазоне амплитуд и составляет 38.4 нТл/год. То есть проявляющийся в серии (с дискретизацией в основном один час) станции “Арктик” слабый отрицательный тренд не вписывается в общую картину по проявлению регионального векового хода, который четко выделяется как по модельным сериям, так и по сериям данных наблюдений остальных двух станций. Разумно предположить, что на этой серии наблюдений проявляется низкая аппаратная и/или измерительная точность, причиной которой может быть высокий уровень бытовых или технических помех, искажающих данные наблюдений на этой станции. Ввиду этого эта серия не представляется в данной работе, хотя некоторые аспекты этой серии будут анализироваться и дальше.

При общей согласованности значений векового хода, выявленного двумя другими сериями между собой и со значениями глобального поля вековых вариаций, следует отметить, что разница между обнаруженными численными оценками заслуживает дальнейшего анализа. Так, если разницу между зарегистрированными и модельными значениями векового хода в точке “Гюлагарак” (0.9 нТл/год) можно объяснить эффектом индукции, отражающей глубинную электропроводность Земли (напомним, ее вклад в вековом ходе, определенном по серии $I_{\text{т}}$ значений, составляет $\approx 0.6 \text{ нТл/год} - 0.68 \text{ нТл} \times 12/14 \times 1/\cdot \text{год}$), и/или погрешностью глобальных моделей вековых вариаций в описании регионального векового хода, то разницу 3.7 нТл/год, полученную между соответствующими значениями в точке “Бавра”, трудно объяснить этими эффектами. Ее трудно объяснить также и временным изменением индукционной и вязкой намагниченностей – изменением поля коры под воздействием главного поля и его вековых вариаций, происходящим за счет магнитной восприимчивости пород, залегающих в земной коре. Разница в осредненных по времени абсолютных значениях величин поля, характерных для точек этих станций и обусловленных различием магнитной восприимчивости пород, составляет около 200 нТл. При этом по данным из регионов, для которых существуют уточненные данные магнитной восприимчивости пород,

установлено, что величина индуцированного поля за счет изменения намагниченности даже с большими значениями VIS (Vertically Integrated Susceptibility) составляет всего доли нанотесла (Thebault et al., 2009). Следовательно, можно считать, что обнаруженная между данными наблюдений и IGRF моделей разница в осредненных значениях поля, составляющая для исследуемых точек первые сотни нанотесла (рис. 1), скорее всего, характеризует точность глобальных пространственных моделей магнитного поля Земли по описанию регионального поля. Она находится в пределах погрешности мировых моделей, возникающей, в частности, при описании поля регионов, лишенных данных магнитных обсерваторий, или высокоточных данных повторных измерений, которые анализировались бы при построении глобальных международных пространственных моделей.

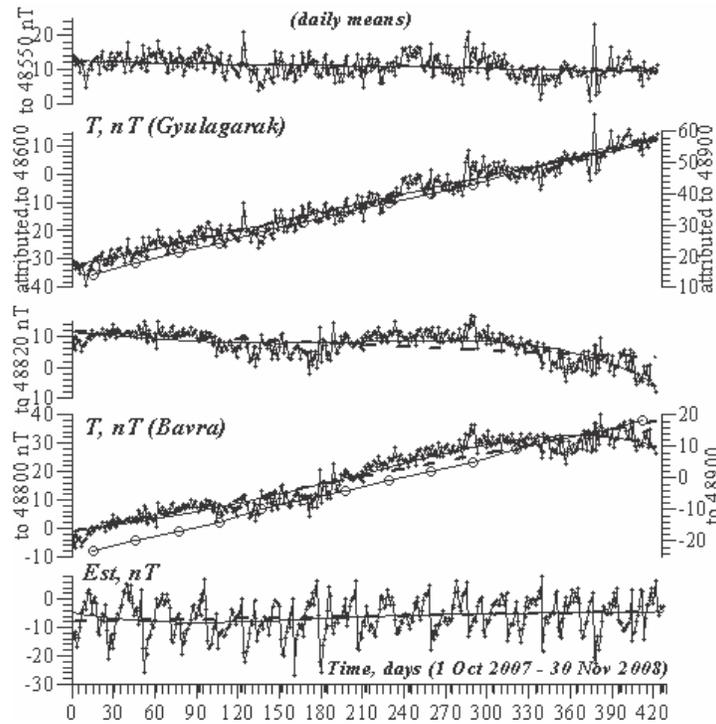


Рис. 1. Серии среднесуточных значений геомагнитного поля после удаления индуцированных кольцевым током I_c вариаций – нижние кривые соответствующих станций, и после удаления векового хода главного геомагнитного поля вместе с трендом, обусловленным внешней E_{ext} частью вариаций кольцевого тока – верхние кривые.

Относительно особенностей более быстротечных вариаций, проявленных на серии станции “Бавра” важно отметить также, что на этой серии четко выделяется сезонный ход в виде положительного относительно биаса

– осредненного во времени базисного поля с учетом тренда, представляющего обнаруженных в точке наблюдения вариации более низких частот, пика с центром в летние месяцы. На рис. 1 четко демонстрируются отмеченные локальные особенности вариаций, выявленные после соответствующих вычетов глобального и/или крупно регионального масштабов полей внутреннего и внешнего происхождения. Для анализа высокочастотных вариаций чисто внешних источников на рис. 1 представлена также серия среднесуточных значений E_{st} -индексов. В качестве поправки, внесенной за счет широты точек наблюдений, приведенная на рис. 1 серия E_{st} представлена в масштабе в два раза меньше масштаба представления серий магнитных станций. Представительно, что по высокочастотным вариациям, проявленным во временных сериях среднесуточных значений геомагнитного поля, кривые на рис. 1 хорошо согласованы между собой. При сравнении выявленных на сериях наблюдений амплитуд высокочастотных вариаций с аналогичными амплитудами на серии I_{st} -индексов обнаруживается, что они часто очень близки. Но интересно, что отрицательный пик в годовых вариациях индексов активности, который приурочен к зимнему или весеннему сезону, ни на одной серии магнитометрических станций не выделяется.

Кривые, полученные после вычета индуцированной кольцевым током части вариаций (I_{st}), представлены внизу, в парах кривых соответствующих станций. При их анализе видим, что в результате общего уменьшения фона высокочастотных вариаций, корреляция между сериями наблюдений по оставшимся высокочастотным вариациям явно внешнего происхождения улучшается благодаря чему особенности вариаций, зарегистрированных на разных станциях, становятся более отчетливыми. При этом, однако, их амплитуды остаются значимыми. Но разница этих амплитуд от амплитуд вариаций серии E_{st} даже при учете поправки за широту, приблизительно внесенной разницей в масштабах представления является существенной. Поэтому вычет последних из первых кажется мало результативным. В наблюдаемом различии амплитуд, видимо, сказывается также факт, что серии наблюдений представлены не по H -составляющей (в соответствии с серией индексов активности), а по T -значениям, хотя на наших широтах связанные с Z -составляющей внешние вариации не имеют существенного влияния. Ввиду всего этого из серий наблюдений была удалена только трендовая/низкочастотная составляющая, характерная E_{st} серии за период наблюдений, а также крупно-регионального характера тренд за вековой ход, выделенный глобальными пространственными моделями IGRF (рис. 1 – светлые кружочки со шкалой справа). Результирующие серии с поправкой на постоянные составляющие (20 и -50 nTl соответственно для “Бавры” и “Гюлагарака”) на рис. 1 представлены наверху, в каждой паре кривых для соответствующих станций.

Общим для результирующих кривых является то, что на них выделяется слабый отрицательный тренд, указывающий на медленное, с характерным временем больше года, уменьшение регионального поля.

Следует обратить внимание, что аналогичной формы тренд наблюдается и на серии “Артик” (Симонян и др., 2011, рис. 3), который, однако, трудно считать достоверным хотя бы ввиду того, что на ней не отражается гораздо более сильный тренд за счет регионального фона векового хода главного поля. Отметим, что разница между координатами – $\varphi = 40^{\circ}37'$, $\lambda = 43^{\circ}58'$; $\varphi = 40^{\circ}58'$, $\lambda = 44^{\circ}28'$ и $\varphi = 41^{\circ}07'$, $\lambda = 43^{\circ}47'$ для станций “Артик”, “Гюлагарак” и “Бавра” – соответственно, а прямые расстояния между ними в километрах: 57 км – “Гюлагарак”-“Бавра”, 55.2 км – “Артик”-“Бавра” и 54 км – “Артик”-“Гюлагарак”. Эти расстояния недостаточны, чтобы серии этих станций заметно отличались по описанию векового хода главного поля при значении хода около 38 нТл/год при точности международных моделей, описывающих вековые вариации с погрешностью, не превышающей единицы нанотесла в год, а для регионов, покрытых высокоточными данными магнитных обсерваторий, десятых долей нанотесла в год. Несмотря на то, что по описанию вариаций низких частот представленные на рис. 1 серии проявляют общую закономерность, они достаточно четко отличаются по описанию от среднечастотных или годовых вариаций. Размах амплитуды четко выделяющихся на серии “Бавра” сезонных вариаций составляет 15 нТл , при их практическом отсутствии на серии “Гюлагарак”. Разумно предположить, что источником обнаруженных сезонных вариаций являются особенности строения верхних слоев Земли, так как, во-первых, представленная серия максимально очищена от влияния вариаций внешних источников, и, во-вторых, вариации такой же периодичности на сериях индексов солнечной и геомагнитной активности имеют несравненно малую амплитуду (рис. 1). Нижняя кромка глубины залегания источников сезонных вариаций определяется скин-глубиной проникновения этих частот согласно соотношению $\delta = \sqrt{\rho T / \pi \mu_0}$, где ρ – удельное электрическое сопротивление, μ_0 – магнитная проницаемость среды, T – период переменного поля, и для усредненного значения глубинной электропроводности оценивается величиной в $1500 \div 2000 \text{ км}$ (напр., Olsen, EM-sources_encyclopedia).

Отличие от нуля средних, характеризующих серии среднесуточных значений геомагнитных наблюдений, после их очищения от влияния внешних и внутренних вариаций глобального и регионального масштабов, указывает на наличие в представленных сериях индуцированной составляющей, вызванной солнечно-суточными (S_r) вариациями (Olsen et al., 2005b). С учетом того, что они составляют 7.3 и 10.8 нТл (после внесенной поправки) соответственно для серий “Бавра” и “Гюлагарак”, можно предположить, что в частотном диапазоне, характерном для суточных вариаций, которые к тому же связаны с глубинами $300\text{--}600 \text{ км}$, интенсивность индуцированного поля больше в данных станции “Гюлагарак”.

Ввиду недостаточного качества и количества и/или непрерывности предоставленных наблюдений для наиболее устойчивого и достоверного анализа высокочастотных вариаций, т.е. гармоник S_r -вариаций с характер-

ными временами меньше одних суток, они изучались по интегральной – энергетической характеристике, которая представлялась значением дисперсии (относительно среднесуточных значений), нормированной по количеству данных наблюдений, проводимых в течение одного дня. Надо отметить, что в результате предварительной чистки данных от случайных выбросов, количество использованных данных отличается от количества измерений, обеспеченных режимными наблюдениями в течение одних суток.

Такое представление позволило с помощью статистической характеристики серий данных проанализировать интенсивность суточных вариаций. Точнее было бы в качестве нормирующего множителя взять $1/n^2$ вместо $1/n$, но это сильно подавило бы вариации, а еще больше – их особенности, которым характерны небольшие значения амплитуд.

Серии значений дисперсии для станций “Гюлагарак”, “Бавра”, а также для D_{st} индексов, вместе с сериями значений эквивалентных амплитуд общей геомагнитной активности (A_p), представлены на рис. 2. Отметим, что с учетом специфики данных локальные биасы представлены не линейной, а параболической аппроксимацией (сплошные кривые). Для более точного выявления амплитудно-фазовых особенностей среднечастотных или годовых вариаций, проявленных в полученных сериях, последние аппроксимированы также полиномами 7-й степени (штриховые линии). Характерно, что при таком представлении серий сезонные вариации появляются и в D_{st} -индексах, несмотря на малую величину их амплитуды по сравнению с амплитудами более высокочастотных вариаций. При этом по фазе они находятся в четкой корреляции с сезонными вариациями, проявленными на серии A_p индексов, амплитуда у которых больше. Одновременно, достоверные значения амплитуд сезонных вариации теперь проявляются и в сериях данных наблюдений, которые, к тому же, находятся в корреляции (точнее, в характерной антикорреляции) с представленной серией по D_{st} -индексам. Несмотря на некоторые особенности проявления, из которых особого внимания заслуживает обнаруживаемая разница в амплитудах, идентичность временной характеристики обнаруженных вариаций является очевидной. Эта разница, видимо, свидетельствует о чувствительности данных наблюдений к воздействию локальных ионосферных токовых систем, подверженных влиянию сезонных вариаций общей геомагнитной возмущенности, которая находит свое четкое отражение в серии индексов эквивалентных амплитуд (A_p).

Очевидно также, что амплитуда годовых вариаций на серии “Бавра” больше амплитуды, проявленной на серии “Гюлагарак” (штриховые кривые с размахом в 80 и 60 нТл² соответственно). Амплитуду сезонных вариаций, обнаруженную на рис. 2 по серии станции “Бавра”, трудно объяснить чистым проявлением явления индукции, ввиду соотношения между ними и значениями амплитуд на сериях, характеризующих внешние вариации. Разумно предположить, что происходит, скорее, суперпозиция индуцированного и индуцирующих полей. К тому же сезонные вариации,

выделенные на сериях внешних вариаций, по фазе достаточно четко соответствуют вариациям, выявленным по данным этой станции.

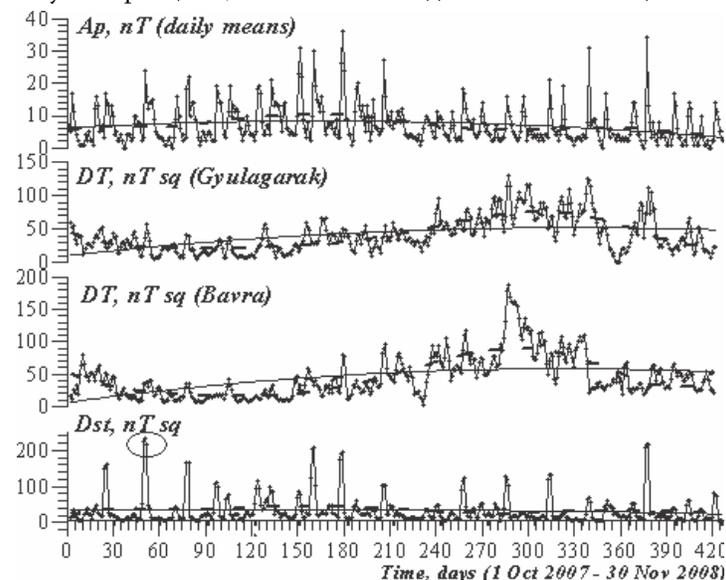


Рис. 2. Верхняя кривая – серия среднесуточных значений эквивалентных амплитуд (A_p) солнечной и геомагнитной активностей. Нижние кривые – временные серии интенсивности солнечно-суточных вариаций и их гармоник, определенные по данным наблюдений на станциях “Гюлагарак” и “Бавра” и по значениям D_{st} индексов. Сплошные кривые соответствуют параболической аппроксимации серий, штриховые – аппроксимации полиномами 7-й степени.

Годовые вариации, проявленные с меньшей амплитудой на серии станции “Гюлагарак”, по интенсивности больше соответствуют вариациям, выделенным на сериях индексов геомагнитной активности, однако по фазе сдвинуты относительно последних почти на месяц. При этом в спектре более высоких частот временная корреляция между этой серией и серией A_p является достаточно высокой. А особенности вариаций, проявленные за июль-сентябрь, находятся в хорошей корреляции с особенностями, проявленными в том же интервале времени на серии данных станции “Бавра”, что, очевидно, свидетельствует об общем характере глубинных особенностей, проявляющихся на близко, относительно глубины неоднородностей, расположенных станциях магнитных наблюдений. Причину наблюдаемого фазового сдвига в проявлении сезонных вариаций на серии “Гюлагарак” как относительно “Бавра”, так и относительно серий внешних вариаций, следует искать в латеральных неоднородностях электропроводности, присущих региону наблюдений. Дальнейшее изучение этого явления планируется проводить путем математического расчета комплексной величины Q-отклика по соответствующему фазовому сдвигу между падающей и индуцированной волнами, по мнимой части которой можно

будет точно оценить латеральные неоднородности электропроводности внутренних слоев Земли (Kuvshinov et al., 2007).

Анализ проявленных в данных этих станциях солнечно-суточных вариаций (S_r) вместе с данными по геомагнитной активности (D_{st} и a_p индексы) показал, что на станции “Гюлагарак” пик солнечно-суточных вариаций в ряде случаев оказывается смещенным к ранним часам утра. Это заслуживало особого внимания ввиду обнаруженного на той же станции фазового сдвига в проявлении сезонных вариаций. Но скудность качественной первичной информации и присущая сериям индексов активности ограниченность разрешающей способности во времени (для проявления высокочастотных гармоник S_r -вариаций) позволяют однозначным образом определить только то, что в июле месяце характерная S_r -вариациям максимальная амплитуда на серии данных “Гюлагарак” находится в большей временной корреляции с серией значений D_{st} . Максимальные амплитуды их наблюдаются также в раннее утреннее время, тогда как на серии данных “Бавра” она приходится в характерное для максимальных амплитуд суточных вариаций, порожденных ионосферной токовой системой (a_p -индексы), послеполуденное время. При этом наилучшая корреляция серии “Бавра” с сериями индексов активности наблюдается, когда последние мало искажены амплитудами вариаций высоких гармоник, к которым, однако, оказываются менее чувствительными вариации, наблюдаемые на станции “Гюлагарак”. Разница между S_r вариациями на сериях наблюдений теоретически исчезает в середине октября 2007 г., когда Солнце является менее активным (Симомян и др., 2011, рис. 1), и, соответственно, вариации полей внешних источников, вызывающие индукцию, являются небольшими по амплитуде. Вариации, выделенные на всех кривых для этого периода (серии наблюдений и индексов геомагнитной активности), находятся в достаточно точной временной корреляции между собой.

То есть обнаруживается чувствительность вариаций, зарегистрированных на станции “Бавра”, к высокочастотным гармоникам S_r -вариаций локального (ионосферного) происхождения, а вариации на станции “Гюлагарак” – к низким частотам глобальных источников магнитосферного происхождения (соответствующие рисунки будут предоставлены по востребованию), которое, безусловно, заслуживает дальнейшего изучения с привлечением более полных и качественных данных. А пока из этого следует вывод, что обнаруженные на серии “Гюлагарак” особенности суточных вариаций связаны с источниками, охватывающими глубины до 300-600 км (толщина скин-слоя для S_r -вариаций), и проявляют глубинную и/или латеральную неоднородности электропроводности внутренних слоев Земли. При этом вариации на станции “Бавра” проявляют особенности, связанные, по всей видимости, со структурными неоднородностями на малых глубинах, соответствующих толщине земной коры.

Заключение

Проанализированы данные по модулю полного вектора напряженности геомагнитного поля (T) за период с 1 октября 2007 г. по 30 ноября 2008 г. магнитных измерений, проводимых на станциях режимных наблюдений на территории Армении, для решения задачи выделения вариаций разных источников, принадлежащих единому частотному диапазону. Период также, как и регион исследований, был ограничен наличием непрерывных и качественных серий наблюдений. Для идентификации фоновых вариаций внешних источников в сериях данных наблюдений магнитных станций были использованы временные серии глобальных индексов солнечной и геомагнитной активностей. Вариации внутренних источников, характерные для всего региона наблюдений, были определены по международным моделям геомагнитного поля (IGRF) и его вековых вариаций (T -значения). В результате проведенных исследований за анализируемый период 2007-2008 гг. в северной части территории Армении обнаружен отрицательный тренд геомагнитного поля, который не описывается вековыми вариациями главного поля и не является составной частью тренда, присущего внешним вариациям и индуцированного ими поля. Возможной причиной обнаруженных трендовых изменений поля, по характерному времени которых их следует рассматривать как аномальное изменение векового хода, являются динамические процессы, характерные сейсмически активной территории исследований, а наиболее возможным механизмом их образования является магнитоупругий эффект.

Путем анализа интегральной энергетической характеристики солнечно-суточных вариаций и их гармоник выделены годовые или сезонные вариации геомагнитного поля, вызванные с внешними источниками, от сезонных вариаций внутриземной природы, обнаруженных на серии станции "Бавра", по всей видимости, как отражение особенностей строения верхней мантии и вышележащих слоев Земли.

Анализ проявляющихся на сериях наблюдений S_r вариаций позволил установить, что в сериях станции "Гюлагарак" выделяются особенности вариаций, источником которых следует считать структуру литосферного слоя Земли и связанные с ним неоднородности электропроводимости, тогда как неоднородности электропроводимости, проявленные на станции "Бавра", связаны, по всей видимости, со структурными неоднородностями слоев земной коры.

Итого, путем изучения пространственно-временных особенностей проявления геомагнитных вариаций решена задача выделения вариаций разных источников, действующих в северной части территории Армении. Созданы методические предпосылки для использования данных режимных наблюдений геомагнитного поля в сопоставлении с глобальными моделями полей внешних и внутренних источников при решении задач, связанных с изучением геологической и тектонической структуры и динамического состояния внутренних слоев Земли в нашем регионе.

Работа выполнена в рамках проекта #496 ГК по науке МОИ РА.

ЛИТЕРАТУРА

- Симонян А.О., Оганян М.В., Хачатрян А.С.** Анализ вариаций внешних источников в сопоставлении с данными магнитных наблюдений проводимых на территории Армении. Изв. НАН РА, Науки о Земле, N 3, 2011, с. 50-60.
- Bloxham J., Jackson A.** Time-dependent mapping of the magnetic field at the core-mantle boundary. *J. Geophys. Res.*, v. 97, NO B13, 1992, pp. 19,537-19,563.
- Cain C., Ajayi O., Mozzoni D.** Forecasting the geomagnetic field at 2005 using Ørsted and observatory data. *Geophys. Res. Lett.*, v. 29, NO 15, 2002a, .doi: 10.1029/2001GL013636.
- Cain C.J., Mozzoni D.T., Ferguson B.B., and Olufunto A.** Geomagnetic secular variation: 1995-2000. *J. Geophys. Res.* 2002b (Personal communication)
- Finlay C., Maus S., Beggan C., Hamoudi M., Lowes F.J., Olsen N. and Thebault E.** Evaluation of candidate geomagnetic field models for IGRF-11. *Earth Planets Space*, v. 62, 2010, pp. 787–804,
- Hulot G., Sabaka T. Olsen N.,** The present field. In *Geomagnetism. Treatise Geophys.*, v. 5, 2007, pp. 33–75. Ed. G. Schubert, Elsevier, New York.
- Hulot G., Olsen N., Thebault E., Hemant K.** Crustal concealing of small-scale core-field secular variation. *Geophys. J. Int.* v. 177, 2009, pp. 361–366, doi: 10.1111/j.1365-246X.2009.04119.x
- Kuvshinov A., Olsen N.** A global model of mantle conductivity derived from 5 years of CHAMP, Ørsted, and SAC-C magnetic data. *Geophys. Res. Lett.*, v. 33, L18301, 2006, doi: 10.1029/2006GL027083.
- Kuvshinov A., Manoj C, Olsen N., and Sabaka T.** On induction effects of geomagnetic daily variations from equatorial electrojet and solar quiet sources at low and middle latitudes. *J. Geophys. Res.*, v. 112, 2007, B10102, Doi: 10.1029/2007jb004955.
- Olsen N.** Natural sources for electromagnetic induction studies. *EM-sources_encyclopedia*, pp. 696-700. Personal communication.
- Olsen N., Sabaka T. & Lowes F.** New parameterization of external and induced fields in geomagnetic field modeling, and a candidate model for IGRF 2005. *Earth Planets Space*, v. 57, 2005a, pp. 1141–1149.
- Olsen N., Lowes F. & Sabaka T.** Ionospheric and induced field leakage in geomagnetic field models, and derivation of candidate models for DGRF 1995 and DGRF 2000. *Earth Planets Space*, v. 57, 2005b, pp. 1191–1196.
- Rygaard-Hjalsted C., Constable C.G., and Parker R.L.** The influence of correlated crustal signals in modeling the main geomagnetic field. *Geophys. J. Int.*, v. 130, 1997, pp. 717-726.
- Sabaka T.J, Olsen N, and Langel R.** A comprehensive model of the quiet-time near-Earth magnetic field: Phase 3. *Geophysical Journal International* v. 151, 2002, pp. 32–68.
- Thebault E., Hemant K., Hulot G. & Olsen, N.** On the geographical distribution of induced time-varying crustal magnetic fields. *Geophys. Res. Lett.*, v. 36, 2009, L01307, doi:10.1029/2008GL036416.

Рецензенты С.Р. Оганесян, Р.Т.Мириджанян

ԵՐԿՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ՎԱՐԻԱՑԻԱՆԵՐԻ
ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՏԱՐԱԾՔԻ
ՀՅՈՒՄԻՍԱՑԻՆ ՄԱՍՈՒՄ

Ա.Հ.Միմոնյան, Մ.Վ.Օհանյան, Ա.Ս.Խաչատրյան

Ամփոփում

Աշխատանքում փորձ է արված առանձնացնել տեղական երկրաբանագնիսական վարիացիաները արտաքին աղբյուրների և գլոբալ

բնույթի Երկրի մագնիսական դաշտի վարիացիաների շարքում: Նկարագրվում են ՀՀ տարածքի հյուսիսային մասում դիտարված երկրամագնիսական վարիացիաների առանձնահատկությունները:

Ներքին աղբյուրներով պայմանավորված վարիացիաների տարածաշրջանային ֆոնը գնահատվել է միջազգային IGRF գերճշգրիտ մոդելի համաձայն, իսկ արտաքին աղբյուրներովը որոշվել է արեգակնային ու երկրամագնիսական ակտիվության հարուցած շարքերի տվյալներով:

Երկրամագնիսական տեղական վարիացիաների ամպլիտուդահաճախային տարածական բնութագրերի վերլուծության միջոցով տրվում է ստորին հորիզոնների էլեկտրահաղորդականության, ինչպես նաև տեկտոնական ակտիվության նախնական գնահատականը:

SPECIAL FEATURES OF GEOMAGNETIC VARIATIONS IN THE NORTHERN PART OF THE TERRITORY OF ARMENIA

A.O.Simonyan, M.V.Ohanyan, and A.S.Khachatryan

Abstract

The problem of separation of local anomalies of geomagnetic variations from the variations of external origins and global feature geomagnetic variations generated in the Earth's deep interiors due to the processes closely connected with the generation and maintenance of its magnetic field is being solved. In the process of separation of geomagnetic variations, which are specific for measurement points in the northern part of the territory of Armenia the regional scale variations of internal origins were evaluated and removed from observational data temporal series by use of high-accuracy IGRF models and the external origins regional variations were estimated and removed using the temporal series of solar and geomagnetic activity indices. Preliminary results on characteristic properties of electrical conductivity of underlying layers of the Earth and tectonic activity of the area under investigations were achieved.

ՀԻՇԱՐԺԱՆ ՏԱՐԵԹՎԵՐ

ՄՏԵՓԱՆ ՎԱՐՂՁԵՍԻ ԲԱՂԱԼՅԱՆ
(ծննդյան 80-ամյակին)
(1931 – 2007)



2011 թ. դեկտեմբերին լրացավ վաստակաշատ երկրաֆիզիկոս, երկրաբանական-հանքաբանական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր Ստեփան Վարդգեսի Բաղալյանի ծննդյան 80 տարին:

Ս. Բաղալյանը ծնվել է 1931թ. դեկտեմբերի 24-ին Մեվան քաղաքում: Հետագայում ընտանիքը տեղափոխվել է Երևան, որտեղ նա 1949 թ. Ավարտել է 26 կոմիսարների անվան դպրոցը: Երևանի պետական համալսարանի երկրաբանական ֆակուլտետի երկրաֆիզիկայի բաժինն ա-

վարտելուց հետո ստացել է երկրաբան-երկրաֆիզիկոսի մասնագիտություն և 1954թ. գործուղվել աշխատանքի Ուրալի երկրաֆիզիկական արշավախումբ: Այստեղ անցկացրած 7 տարիները կարևոր դեր են ունեցել մասնագիտության մեջ նրա հետագա ձեռքբերումներում:

1961թ. ՀԽՍՀ ԳԱ Երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության ինստիտուտի հրավերով տեղափոխվել է Լենինական (այժմ Գյումրի), որտեղ աշխատել է որպես գիտական քարտուղար (1961-64թթ.), հանքային երկրաֆիզիկայի բաժնի վարիչ (1966-89թթ.), գիտական գծով փոխտնօրեն (1972-73; 1978-81թթ.), տնօրեն (1973-78; 1981-89թթ.):

1972 թ. Ս. Բաղալյանն իր գիտական հետազոտություններն ամփոփել է որպես թեկնածուական թեզ «Ընդգետնյա էլեկտրահետախուզություն հարուցված բնեռացման մեթոդով» թեմայով ստանալով տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի աստիճան: Շարունակելով գիտական ուսումնասիրությունները նախընտրած բնագավառում 1988թ. նա պաշտպանել է «Ընդգետնյա երկրաֆիզիկական մեթոդների ֆիզիկա-երկրաբանական հիմունքները հանքային ֆորմացիաների հիմնական տիպերի ուսումնասիրման դեպքում (ՀԽՍՀ հանքավայրերի օրինակով)» թեմայով դոկտորական թեզը: Ս.Բաղալյանը հեղինակ և համահեղինակ է ավելի քան 110 գիտա-

կան հողվածների, 3 մենագրությունների: 1986 թ. տպագրել է Երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության ինստիտուտի 25-ամյակին նվիրված հուշագիրքը:

Ստեփան Բաղայանը զգալի ավանդ ունի Հայաստանում ընդգետնյա երկրաֆիզիկայի զարգացման, մետաղային օգտակար հանածոների հետախուզման արդյունավետությունը բարձրացնելու գործում: Մեծ է նրա ներդրումը ՀՀ ԳԱԱ Երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության ինստիտուտում գիտական նոր ուղղությունների զարգացման, գիտական նոր ստորաբաժանումների կազմակերպման, գրադարանային ֆոնդի հարստացման, ինստիտուտը երիտասարդ կադրերով համալրելու, գիտության և արտադրության կապի ամրապնդման գործում:

Ս.Բաղայանի տնօրինության օրոք՝ 1981-1989թթ., ինստիտուտի 35 գիտաշխատողներ դարձել են գիտությունների թեկնածու, իսկ 4-ը՝ դոկտոր: Նա ԽՍՀՄ հետախուզական երկրաֆիզիկայի Գիտական խորհրդի Երկրի էլեկտրականության և էլեկտրամագնիսական մեթոդների ուսումնասիրման բաժանմունքի անդամ էր: Երկար տարիներ դասավանդել է Գյումրու պետական մանկավարժական ինստիտուտում: Պարգևատրվել է ՀԽՍՀ Գերագույն խորհրդի նախագահության պատվոգրով, Աշխատանքի արիության համար մեդալով, ՀԽՍՀ ԳԱ Գովասանագրով և այլ պատվոգրերով:

Ս.Բաղայանն ուներ բազմաթիվ նախասիրություններ (մատենագիտություն, բանահավաքություն, հրապարակախոսություն): Միրում էր գործընկերներին նվիրել իր չափածո ստեղծագործությունները, հատկապես նրանց ծննդյան օրերին: Երկար տարիներ ապրելով Գյումրիում՝ դարձել էր քաղաքի նվիրյալներից մեկը: Ցավոք, Ս.Բաղայանը չհասցրեց հրատարակված տեսնել իր «Շիրակի գիտնականների գործունեությունը կենսագրականներում» մատենագիտական ժողովածուն (Ե., 2009):

Ս.Վ. Բաղայանը մահացավ 2007 թվականին Գյումրիում:

Գործընկերները նրան հիշում են որպես բարձր կուլտուրայի տեր, հոգու բարությանբ օժտված և չափազանց պարկեշտ անձնավորության:

**ՀՀ ԳԱԱ Երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության
ինստիտուտ
ՀՀ ԳԱԱ Տեղեկագրի «Գիտություններ Երկրի մասին» հանդեսի
խմբագրություն**

ԿՈՆՍՏԱՆՏԻՆ ԻՍՐԱՅԵԼԻ ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ
(ծննդյան 80 – ամյակին)
(1931-1994)



2011թ. լրացավ ճանաչված երկրաբան-հրաբխագետ, ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի ավագ գիտաշխատող, երկրաբանա-հանքաբանական գիտությունների թեկնածու Կոնստանտին Իսրայելի Կարապետյանի ծննդյան 80-ամյակը:

Կ.Կարապետյանը ծնվել է Երևանում 1931թ., հունվարի 1-ին ծառայողի ընտանիքում: 30-ական թվականների ստալինյան բռնությունների վարչակարգի արհավիրքները չըջանցեցին Կարապետյանների ընտանիքը: Զրկվելով ծնողներից՝ նա քրոջ հետ միասին մանկությունը

ստիպված էր անցկացնել մանկատանը:

1945թ. Կ.Կարապետյանը, ավարտելով Երևանի Կիրովի անվան միջնակարգ դպրոցը, ընդունվում է Լենինգրադի հրետանային սպայական դպրոց և չնայած գերազանց ուսման՝ որպես ժողովրդի թշնամու զավակ հեռացվում է 2-րդ կուրսից:

1950-55թթ.-ին նա սովորում և գերազանցությամբ ավարտում է Երևանի Պոլիտեխնիկական ինստիտուտի լեռնային ֆակուլտետը:

1956թ. Կ.Կարապետյանը Մոսկվայում ընդունվում է ՍՍՀՄ Մետաղական օգտակար հանածոների, պետրոգրաֆիայի, միներալոգիայի, և երկրաքիմիայի, գիտահետազոտական ինստիտուտում (ИГЕМ) ասպիրանտուրա «հրաբխագիտություն» մասնագիտությամբ: Ուսանում է ականավոր հրաբխագետ, ՍՍՀՄ ԳԱ թղթակից-անդամ Բ.Բ.Պիլյաի ղեկավարությամբ՝ հետագայում դառնալով դասական հրաբխագիտության բնագավառում Հայաստանի առաջին մասնագետը:

1960թ. Մոսկվայում նա հաջողությամբ պաշտպանում է «Դարալագյազի (Հայկական ՍՍՀ) չորրորդական հրաբխականություն» թեմայով ատենախոսությունը՝ ստանալով երկրաբանա-հանքաբանական գիտությունների. թեկնածուի գիտական աստիճան: Աշխատանքում առաջին անգամ նկարագրվեցին Վայոց Ձորի շրջանի վերին չորրորդական հասակի Դալիկ, Սմբատասար և Ջերմուկ խմբի հրաբուխները, բացահայտվեցին նրանց ժայթքման տիպերը և արգասիքների պետրոգրաֆիական առանձնահատկությունները: Կ.Կարապետյանը իր գիտական գործունեությունը սկսել և մինչև

կյանքի ավարտը (1994թ.) շարունակել է աշխատել ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտում որպես ավագ գիտաշխատող: Նշանակալի է նրա ավանդը Հայաստանի տարածքի նորագույն՝ վերին պլիոցեն-չորրորդական հրաբխականությանն առնչվող բազմաթիվ խնդիրների ուսումնասիրման բնագավառում:

Կ.Կարապետյանի աշխատանքները նվիրված են Գեղամա, Վայոց Ձորի, Սևանա ավազանի շրջանների մոտ 130 հրաբուխների երկրաձևաբանական, կառուցվածքալին, տարածական տեղաբաշխման և քարտեզագրական հարցերին, հրաբխային արգասիքների պետրոգրաֆիական, քիմիական առանձնահատկությունների բացահայտման, հրաբխային ժայթքումների տիպայնացման, տարբեր երկրաբանա-տեկտոնական պայմաններով ուղեկցվող հրաբխականության զարգացման օրինաչափություններին, ինչպես նաև Գեղամա բարձրավանդակի սառցապատումների հարցերին և այլն: Այդ աշխատանքները հնարավորություն ընձեռեցին առաջին անգամ առանձնացնել արեալ հրաբխականության յուրօրինակ ժայթքումների «գեղամա տիպը», որը հետագայում տեղ գտավ հրաբխագիտական գրականության և մասնավորապես 1973թ. հրատարակված «Երկրաբանական բառարանի» մեջ:

Նրա գիտական պրպտումների շնորհիվ հայտնի դարձան հայկական ավանդույթներում հիշատակվող տեղեկությունները Մենակսար, Աղմաղան, Դալիկ և Սմբատասար և այլ հրաբուխներ վերաբերյալ:

Գեղամա լեռնաշղթայի շրջանում կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքները Կ.Կարապետյանի կողմից ամփոփվեցին «Հայկական ՄՄՀ որոշ շրջանների նորագույն հրաբխականությունը» (համահեղինակությամբ) մենագրության մեջ («Ակադեմիա», Երևան, 1973).

1973-1992թթ. Կ.Կարապետյանը ձեռնամուխ եղավ Հայաստանի տարածքում (Արագած հրաբուխի շրջակայք, Փամբակ և Ախուրյան գետերի ավազաններ) լայն տարածում ունեցող իգնիմբրիտային տուֆերի և տուֆալավանների առաջացման երկրաբանական պայմանների, դասակարգման, շերտագրության, հասակային, ինչպես նաև նրանց պետրոգրաֆիական և պետրոքիմիական առանձնահատկություններին վերաբերող հարցերի բացահայտմանը, որոնք ամփոփվեցին «Հայաստանի իգնիմբրիտային հրաբխականությունը» մեծածավալ ձեռագիր աշխատության մեջ (ՀԱԱ ԳԱ ԵԳԻ գրադարան):

Առանձնահատուկ հետաքրքրություն են ներկայացնում Կ.Կարապետյանի կյանքի վերջին տարիներին կատարած գիտական հետազոտությունները, որոնք միտված էին Հայաստանում նորագույն և պատմական ժամանակաշրջանների հրաբխականության և հնագիտության փոխկապակցված հարցերի լուսաբանմանը: Այդ աշխատանքներում նորարարական մոտեցում է ցուցաբերվում՝ նպատակ հետապնդելով պեղումների ընթացքում հայտնաբերված

քարե աշխատանքային գործիքների երկրաբանական դիրքի, կազմի և տիպերի առանձնահատկությունների վերլուծությունը ծառայեցնելու չորրորդական հրաբխային առաջացումների շերտագրությանը և հասակին առնչվող հարցերի պարզաբանման համար: Նշանակալի է, որ Կ.Կարապետյանի նման մոտեցումները բազմիցս հիշատակվում են “Археология СССР” բազմահատոր աշխատության մեջ:

Կ.Կարապետյանը հեղինակ և համահեղինակ է շուրջ 80 գիտական աշխատանքների, այդ թվում 5 մենագրությունների, ինչպես նաև մի շարք ձեռագիր հաշվետվությունների: Վերջիններից հարկ է նշել նրա ակտիվ մասնակցությունը “Հայկական ՄՍՀ վերին պլիոցեն–չորրորդական հրաբուխների կատալոգ” բազմահատոր աշխատության ստեղծման գործում: Կ.Կարապետյանը մեծ հեղինակություն էր վայելում նախկին Խորհրդային Միության հրաբխագետների շրջանում, բազմիցս զեկուցումներով հանդես է եկել Միջազգային, Համամիութենական և Հանրապետական գիտաժողովներում ու ներկայացնում էր գիտականորեն հիմնավորված տեսակետները Հայկական լեռնաշխարհի նորագույր հրաբխականության զարգացման վերաբերյալ: Նրա աշխատանքները առ այսօր չեն կորցրել իրենց գիտական արժեքը:

Կ.Կարապետյանի, գիտությանն անմնացորդ նվիրված, իր և իր հետազոտությունների արդյունքների հանդեպ բացառիկ խստապահանջ, բազմակողմանի զարգացած և միաժամանակ համեստ, բարեկիրթ անձնավորության և ազնիվ քաղաքացու հիշատակը միշտ վառ կմնա նրա գործընկերների և բոլոր նրան ճանաչողների սրտերում:

**ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ,
ՀՀ ԳԱԱ “Գիտություններ Երկրի մասին” տեղեկագրի
խմբագրություն**

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ

ГАВРИИЛ ПАВЛОВИЧ ЗАВРИЕВ (К 100-летию со дня рождения) (1910 – 1980)



Исполнилось 100 лет со дня рождения видного ученого в области научных разработок, проектирования и строительства, подземных гидротехнических и транспортных сооружений, доктора технических наук, профессора, Гавриила Павловича Завриева.

Г.П. Завриев родился 10 января 1910г. в Тбилиси в семье служащих. В 1928г. Поступил в Грузинский Политехнический Институт, который окончил в 1932г. и продолжил учебу в аспирантуре и работу в Закавказском НИИ сооружений и гидроэнергетики. С 1934-1960 гг. занимался научно-исследовательской деятельностью по изучению поведения конструкций подземных сооружений в горных массивах. В этом же институте в 1944г. защитил кандидатскую диссертацию.

В 1960 г. решением Президиума Академии Наук Армении Г.Завриев был приглашен на работу в Институт Геологических Наук, где проработал до 1972г., организовав первую лабораторию тоннелей и продолжив начатые научно-экспериментальные исследования.

В 1963г. Г.Завриев защищает докторскую диссертацию на тему «Закономерности проявления в гидротехнических тоннелях активного и реактивного давления скальных горных пород». Он успешно продолжает теоретические и экспериментальные исследования по проблеме обделок подземных сооружений и их взаимодействия с окружающими горными породами. В течение всей трудовой деятельности Г.Завриев совместно со своими сотрудниками интенсивно занимался проектированием и созданием аппаратуры для определения в натуральных условиях горного давления и напряженного состояния обделок тоннеля, фильтрационных потерь и др. Особый интерес представляют его работы: «Методы испытаний деформаций массивов пород под нагрузкой в опытных выработках», «Исследование деформационных свойств скальных пород для напорных тоннелей», которые не потеряли своей научной и практической ценности до настоящего времени.

Результаты научных исследований Г.Завриева нашли широкое применение при строительстве многих объектов гидроэнергетики Закавказья -

таких как Севано-Разданского каскада, тоннелей Шамбской и Татевской ГЭС, уникального водоприемного тоннеля Арпа-Севан, Семеновского автодорожного перевального тоннеля в Армении, а также гидростанций Храми-2 и Ингури ГЭС в Грузии, его разработки были также использованы в процессе строительства Нурекской и Чарвакской ГЭС в Средней Азии. Кроме того Г.Завриевым было дано научное обоснование по определению прочностей и напряжений в тоннельных обделках при строительстве метрополитенов городов Москвы, Еревана, Тбилиси и др. Эти разработки были подкреплены большим объемом экспериментальных натуральных исследований в тоннельных сооружениях. Разработанная им методика определения упругих свойств горных пород с успехом применялась также при строительстве гидротехнических объектов в Египте, Болгарии и Китае.

Следует отметить, что Г.Завриев сочетал в себе качества ученого и крупного инженера-конструктора, решал сложные задачи взаимодействия тоннельных конструкций с породным массивом. Он автор более 150 научных трудов, множества изобретений, а также разработок аппаратуры по оценке состояния подземных конструкций.

Наряду с исследовательской работой Г.Завриев вел педагогическую работу в Тбилисском институте инженеров железнодорожного транспорта (1944-1955гг.), а также в Ереванском политехническом институте (1967-1971гг.). Он воспитал многих учеников, которые и по сей день продолжают работать как в Армении, так и за ее пределами.

Заслуги Г.П.Завриева были высоко оценены Правительством. Он был награжден двумя орденами «Знак почета», Почетной грамотой Верховного Совета Армянской ССР, а также Почетными наградами ряда зарубежных стран (Китай, Болгария).

Имя Гавриила Павловича Завриева - известного ученого, гражданина, интеллигентного, скромного человека и хорошего семьянина навсегда останется в памяти его учеников и людей, которые его знали и работали вместе с ним.

**Институт геологических наук НАН Армении,
Редакция журнала «Известия НАН РА,
серия Науки о Земле».**