

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



2013

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. ՄԵԼԻՔՍԵԹՅԱՆ, Ռ.Լ. ՄԵԼԿՈՆՅԱՆ,
Ռ.Տ. ՄԻՐԻՋԱՆՅԱՆ, Ս.Ն. ՆԱԶԱՐԵԹՅԱՆ, 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. МЕЛИКСЕТАН,
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. GABRIELIAN

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, 2013

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

ԹԻՎ 2- 3	ՀԱՏՈՐ 66	2013
-----------------	-----------------	-------------

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Շահինյան Հ.Վ., Զաքարյան Շ.Ս., Գյուլնազարյան Շ.Ա. ՀՀ Կոտայքի և Արմավիրի մարզերի խմելու քաղցրահամ ջրերի էկոլոգահիդրո-երկրաքիմիական բնութագիրը	3
Ավանեսյան Ա.Ս. Ակնարկ երկրաբանական քարտեզագրման աշխատանքների մասին Հայաստանում	15
Առաքելյան Դ.Գ., Նահապետյան Ս.Ա., Զաքարյան Բ.Գ., Մկրտչյան Մ.Կ. Դեբեդ գետի ավազանում ջրածացկման երևույթի ԱՏՀ մոդելավորում	24
Մաթևոսյան Ա.Կ. Հարուցված բեվեռացման ինտեգրալ ամպլիտուդա-ժամանակային չափանիշների դրսևորումը հոսանքի մեկբևեռանի ուղղանկյուն իմպուլսներով երկրաէլեկտրական միջավայրի պարբերական գրգռման դեպքում	40
Թամրազյան Ա.Ա., Հակոբյան Լ.Վ. Նիկելի պարունակության որոշումը ռենտգենառադիոչափական եղանակով քրոմի բարձր պարունակության դեպքում (Ամասիայի շրջանի հանքավայրերի օրինակով)	47
Դարբինյան Ս.Ս. Եվս մեկ ակնարկ սելյամիկ վտանգի մասին	53
Մանասյան Վ.Ն., Տեր-Մինասյան Ռ.Հ. Ուժեղ երկրաշարժի հիդրոլոգիական նախանշանների առանձնացման մեթոդի ներդրման մասին	58
Հարությունյան Մ.Ա. Չանգեզուրի հանքային շրջանի հիդրոթերմալ սերիցիտների բյուրեղաքիմիական առանձնահատկությունները	67
Մաթևոսյան Ա.Կ. Հարուցված բեվեռացման ինտեգրալ ամպլիտուդա-ժամանակային չափանիշների բնութագրվող առանձնահատկությունները նշանափող հոսանքի ուղղանկյուն իմպուլսներով երկրաէլեկտրական միջավայրի պարբերական գրգռման դեպքում	82
Մկրտչյան Մ.Կ. Խզվածքների եռաչափ մոդելավորման համակարգչային ծրագրային հավելվածի մշակում	92

ՀԻՇԱՐԺԱՆ ՏԱՐԵԹՎԵՐ

Խաչիյան Էդուարդ Եփրեմի (ծննդյան 80-ամյակին)	99
Քոչարյան Արմենակ Եզեկի (ծննդյան 100-ամյակին)	100
Շիրինյան Կոնստանտին Գրիգորի (ծննդյան 90-ամյակին)	103
Քարամյան Կոնստանտին Անդրանիկի (ծննդյան 90-ամյակին)	106

СОДЕРЖАНИЕ

Шагинян Г.В., Закарян Ш.С., Гюльназарян Ш.А. Эколого-гидрохимическая характеристика пресных питьевых вод Котайского и Армавирского марзов РА	3
Аванесян А.С. Очерк работ по геологическому картированию в Армении.	15
Аракелян Д.Г., Нагапетян С.А., Закарян Б.Г., Мкртчян М.К. ГИС моделирование явлений затопления бассейна р.Дебед	24
Матевосян А.К. Проявление интегральных амплитудно-временных пара-	

метров вызванной поляризации при периодическом возбуждении гео- электрической среды однополярными прямоугольными импульсами тока	40
Тамразян А.А., Акопян Л.В. Определение содержания никеля рентге- норadiометрическим способом при высоком содержании хрома (на примере рудных месторождений района Амасия)	47
Дарбинян С.С. Еще об одном подходе к оценке сейсмической опасности	53
Манасян В.Н., Тер-Минасян Р.О. О внедрении метода выделения гидроло- гических предвестников сильных землетрясений	58
Арутюнян М.А. Кристаллохимические особенности серицитов гидротер- мальных метасоматитов Зангезурского рудного района	67
Матевосян А.К. Характерные особенности интегральных амплитудно- временных параметров вызванной поляризации при знакопеременном прямоугольно-импульсном возбуждении геоэлектрической среды	82
Мкртчян М.К. Разработка программного модуля для трехмерного моделирования разломов	92

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ

Хачиян Эдуард Ефремович (к 80-летию)	99
Кочарян Арменак Езекович (к 100-летию)	100
Карамян Константин Андраникович (к 90-летию)	103
Ширинян Константин Григорьевич (к 90-летию)	106

TABLE OF CONTENT

Shahinyan H.V., Zakaryan Sh.S., Gyulnazaryan Sh.A. The eco- hydrogeochemical characteristic of fresh drinkable waters of the Kotayk and Armavir regions of the RA	3
Avanesyan A.S. The overview of works on the geological mapping in Armenia	15
Arakelyan D.G., Nahapetyan S.A., Zakaryan B.G., Mkrtchyan M.K. GIS modeling of the flood phenomena in the Debed River basin	24
Matevosyan A.K. Manifestation of integral amplitude-time parameters of induced polarization under periodic excitement of geoelectrical medium with impulses of direct current	40
Tamrazyan A.A., Hakobyan L.V. Determination of nickel content by the X- ray radiometric method in the case of high content of chromium (by the example of ore deposits in the Amassiya region)	47
Darbinyan S. About one more approach to seismic hazard assessment	53
Manasyan V.N., Ter-Minasyan R.H. On the implementation of the metod of identification of hydrological precursors of strong earthquakes	58
Harutyunyan M.A. Characteristic chrystal-chemical features of the hydrother- mal sericites of Zangezur ore district	67
Matevosyan A.K. Features characterizing the integral amplitude-time criteria of the induced polarization in the case of periodic excitation of the geoelectrical medium with rectangular pulses of the alternating current	82
Mkrtchyan M.K. Development of a software module for three-dimensional modeling of faults	92

MEMORABLE DATES

Khachian Eduard Yepremi (to the 80th anniversary)	99
Kocharyan Armenak Yezeki (to the 100th anniversary)	100
Karamyan Constantin Andraniki (to the 90th anniversary)	103
Shirinyan Constantin Grigori (to the 90th anniversary)	106

ՀՀ ԿՈՏԱՅՔԻ ԵՎ ԱՐՄԱՎԻՐԻ ՄԱՐԶԵՐԻ ԽՄԵԼՈՒ ՔԱՂՑՐԱՀԱՄ
ՋՐԵՐԻ ԷԿՈԼՈԳԱԶԻԴՈՆԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Հ.Վ.Շահինյան, Շ.Ս.Զաքարյան, Շ.Ա.Գյուլնազարյան

ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ
0019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյան պ., 24ա, Հայաստանի Հանրապետություն
E-mail: hrshah@sci.am
Հանձնված է խմբագրություն 13.03.2013թ.

Հոդվածի նպատակը Կոտայքի և Արմավիրի մարզերում խմելու նպատակներով օգտագործվող ջրերի կազմերի (որակի) պարզաբանումն է, նրանց դասակարգումը ըստ հիդրոերկրաքիմիական բնութագրերի, դասային պատկանելիության և յուրաքանչյուր դասի տարածվածության աստիճանի որոշումը: Կոտայքի մարզում անջատվել են հիմնական 9 և Արմավիրի մարզում՝ 12 դասի ջրեր: Համառոտ բերվում է նաև մարզերի տարածքների երկրաբանական կառուցվածքը, որն անմիջականորեն պայմանավորում է խմելու քաղցրահամ ջրերի կազմի ձևավորումը և, շրջանառության ընթացքում՝ փոփոխությունները: 2 տարվա ընթացքում կատարված հետազոտությունների արդյունքների հիման վրա տրվել են նաև հանձնարարականներ հետազոտված ջրերի՝ խմելու նպատակներով օգտագործելու նպատակահարմարության վերաբերյալ: Առանձնացվել են այն տարրերն ու միացությունները, որոնց պարունակությունները գերազանցում են ՀՀ-ում սահմանված նորմերը:

Ուսումնասիրությունները կատարվել են 2010-2013թթ. Ընթացքում, ԳՊԿ կողմից ֆինանսավորվող 11-1e323 թեմայի շրջանակներում: Աշխատանքների նպատակը նշված մարզերի բնակավայրերում խմելու նպատակով օգտագործվող ջրերի հիմնական հիդրոերկրաքիմիական բնութագրերի, նրանց դասային պատկանելիության, խմելու համար պիտանելիության պարզաբանումն է, ՀՀ-ում գործող նորմերին համապատասխանության աստիճանի որոշումը և օգտագործման նպատակահարմարության վերաբերյալ հանձնարարականների առաջարկումը: Նմուշարկումները կրել են մոնիտորինգային բնույթ և անհրաժեշտության դեպքում կրկնվել են 3-4 անգամ:

Կոտայքի մարզը տեղակայված է ՀՀ տարածքի կենտրոնական մասում: Գրավում է 2089 քառ. կմ տարածք (Հայաստանի ..., 2007): Հյուսիսից սահմանափակվում է Փամբակի, արևելքից Գեղամա լեռնաշղթաներով, արևմուտքում սահմանակից է Քասախ գետին և հարավում նրա սահմանը տարածվում է Երևանի արևելյան մասից, հատելով Ազատ գետը, մինչև Գեղամա լեռնաշղթայի Սպիտակասար գագաթը: Այսպիսով, մարզը սնող ջրերի ջրհավաք ավազանները տարածվում են հիմնականում Գեղամա լեռնաշղթայի արևմտյան, Փամբակի լեռնաշղթայի հարավային և Ծաղկունյաց լեռնաշղթայի արևելյան և արևմտյան լանջերին:

Փամբալի լեռնաշղթայի լանջերն իրենց ձևով միանման չեն: Հյուսիսայինները կարճ են, գառիթափ, հարավայինները՝ հարթ, մինչև 12-14կմ, կտրտված ձորակներով: Այստեղ արմատական ապարների ելքերը ավելի շատ են և նրանցով են կազմված գառիթափերը: Դեպի Հրազդան գետն ուղղված լանջերը խիստ կտրտված են խորը ձորակներով:

Փամբալի լեռնաշղթայի շերտագրական կտրվածքում մասնակցում են հասակով, ծագմամբ և ջրային հատկություններով ապարների տարատեսակ համալիրներ՝ պալեոգոյից մինչև չորրորդական ներառյալ (Геология ..., 1974): Առավել ջրակալված է լավային գոյացումների համալիրը: Այդ ջրերը շրջանառվում են անդեզիտներում, անդեզիտադալիտներում և անդեզիտաբազալիտներում: Շնորհիվ լայն տարածված ուժեղ ճեղքավորվածության և լավ մերկացվածության, այդ ապարները հանդես են գալիս որպես մթնոլորտային տեղումների և խոնավության լավ կուտակիչներ: Նրանց տակ գտնվող թույլ թափանցելիություն ունեցող հրաբխային գոյացումները նպաստում են լավաներում առանձին ջրհոսքերի գոյացմանը, որոնք, ոչ երկարատև շրջանառությունից հետո, դուրս են գալիս երկրի մակերևույթ լավաների վերջնամասերում, բազմաթիվ աղբյուրների տեսքով:

Մթնոլորտային ջրերը բնութագրվում են ցածր հանքայնացմամբ (100-200 մգ/լ) և հիդրոկարբոնատային, կալցիումային ու հիդրոկարբոնատային, նատրիումային կազմերով:

Ընդհանուր առմամբ լեռնաշղթայի սահմաններում շրջանառվող ջրերը գրունտային են և ճեղքային, ունեն տեղական տարածում մերձմակերևութային ճեղքերում, ինչպես նաև լեռնային հարթավայրերի լանջերի փխրուն գոյացումների հատակային մասերում: Ապարների թույլ ջրաթափանցելիության և ռելիեֆի կտրտվածության հետևանքով գերակշռությունը մակերևութային հոսքին է և ջրերի վարընթաց շարժումը արտահայտված է շատ թույլ (Геология ..., 1974): Ըստ քիմիական կազմի գրունտային ջրերը քաղցրահամ են և գերքաղցրահամ: Նրանց մեծ մասը հիդրոկարբոնատ-կալցիումային, կալցիում-նատրիումային են կամ նատրիում-կալցիումային և հիդրոկարբոնատային, կալցիումային:

Գեղամա լեռնաշղթան տեղադրված է ՀՀ տարածքի կենտրոնական մասում: Այն իրենից ներկայացնում է նոր հանգած հրաբխային գործունեության լանդշաֆտ տեղադրված 2000 մ բացարձակ բարձրությունների վրա: Ջրբաժանային մարզը տեղադրված է 2800-3200 մ բարձրությունների վրա և իրենից ներկայացնում է լավային հոսքերի և ծածկոցների սարավանդային մակերևույթ: Հյուսիսից հարավ ջրբաժանային մարզի բացարձակ նիշերը բարձրանում են՝ 2000-3500 մ:

Լեռնաշղթայի լանջերն ունեն անհամաչափ կառուցվածք: Դեպի Սևանա լիճ թեքված լանջերն ունեն ավելի հարթ անկում՝ ալիքաժամբաձև ռելիեֆով: Դեպի Արարատյան իջվածքն ուղղված արև-

մըտյան լանջերն ավելի թեք են և ունեն հստակ արտահայտված գցվածքներ:

Գեոմորֆոլոգիական կառուցվածքի առումով Գեղամա լեռնաշղթան բաժանվում է 2 մասի՝ հյուսիսային և հարավային, որոնք էական դերակատարություն ունեն Կոտայքի մարզի խմելու քաղցրահամ ջրերի և նրանց կազմի ձևավորման գործում: Առաջինը կազմված է ժամանակակից էֆուզիաներով, մեծ մասամբ՝ ուժեղ ճեղքավորված գլաքարային լավաներով և բնութագրվում է ռելիեֆի ձևերի թարմությամբ ու մակերևութային հոսքի բացակայությամբ:

Լեռնաշղթայի հարավային մասն ունի բավականին մեծ բարձրություն և ինտեսիվ մասնատված բարձր լեռնային ռելիեֆ: Բաղկացած է հին միոպլիոցենյան հրաբխաբեկորային հաստվածքից (Геология ..., 1974): Ըստ նույն գրական տվյալների, շրջանի ստորերկրյա ջրերի կազմը հիմնականում կախված է ջրատար ապարների լիթոլոգիական կազմից: Տարածքի հյուսիսային մասի սահմաններում ստորերկրյա ջրերը կապված են առավելապես անդեզիտաբազալտային լավաների և նրանց պիրոկլաստների հետ: Դրանք ջրեր են խմելու համար բացառիկ բարձր որակներով՝ թափանցիկ, առանց համի և հոտի, բավականին սառը՝ 2-10°C: Ընդհանուր առմամբ, լեռնաշղթայի լավային ջրերի հիմնական քանակը մեծ դեբիտով բեռնաթափվում է միջին լեռնային լավային սարահարթերի սահմաններում՝ կենտրոնացված աղբյուրների տեսքով:

Ըստ քիմիական կազմի այդ ջրերը հիմնականում հիդրոկարբոնատային, կալցիումային և հիդրոկարբոնատային, նատրիումային են՝ 0,1-0,5 գ/լ հանքայնացմամբ: Շրջանի հարավային մասը, որը պատկանում է ենթալեռնային լեռնածալքավոր մարզին և հարթավայրերին, բնութագրվում է ջրերի քիմիական կազմերի տարատեսակությամբ:

Աղաբեր-գիպսաբեր ապարների համալիրին հակված ստորերկրյա ջրերն ունեն բարձր հանքայնացում(1-5 գ/լ) և ընդհանուր առմամբ քիմիական կազմում գերակշռում են նատրիումի սուլֆատները և, ավելի հազվադեպ, նատրիումի քլորիդները: Խմելու հիդրոկարբոնատային, կալցիումային ջրերը սովորաբար բնորոշ են աղաբեր-գիպսաբեր և ավազակավային ապարների կոնտակտին, որոնք ծածկված են լավային և հրաբխա-բեկորային գոյացումներով:

Տուֆոգեն ապարներին հակված ջրերը հիմնականում ունեն ոչ մեծ հանքայնացում՝ 0,1-0,5 գ/լ և պատկանում են հիմնականում հիդրոկարբոնատային, կալցիումային դասին, կրաքարային համալիրներում շրջանառվող ջրերը նույնպես հիդրոկարբոնատային, կալցիումային են, 0,5-0,6 գ/լ հանքայնացմամբ:

Այսպիսով՝

1. Գեղամա լեռնաշղթան, որը գրեթե ամբողջությամբ կազմված է պլիոցեն-չորրորդական հրաբխականության պրոդուկտներով, հանդիսանում է ստորերկրյա ջրերի բավականին մեծ պաշարների

ձևավորման մարզ: Լավային ծածկոցներին և նրանց պիրոկլաստներին բաժին է ընկնում ստորերկրյա ջրերի պաշարների գրեթե 96% -ը:

2. Հրաբխային լավաների տարածման մարզերում ստորերկրյա ջրերը ձևավորում են միջլեռնային և ենթալավային ջրահոսքեր կամ ջրակալման գոտիներ: Արտահայտված ջրատար հորիզոնները բացակայում են (բացառությամբ Ակունք-Կաթնաղբյուրի, Սարավանի և Ձորագյուղ-Թագագյուղի իջվածքների, որոնք իրենց մեջ ներառում են ճնշումային ջրեր):

3. Լավային ջրերն ունեն խմելու բարձր որակական հատկանիշներ: Լավաներին հակված ջրերի մոտ 80%-ը օգտագործվում է Երևանի ջրամատակարարման համար (Геология ..., 1974):

Ծաղկունյաց լեռնաշղթան առավել հայտնի է իր հանքային ջրերով և նրա դերը Կոտայքի մարզի խմելու քաղցրահամ ջրերի և նրանց կազմի ձևավորման գործում համեմատաբար փոքր է:

Կոտայքի մարզում բնակավայրերի թիվը 69 է, որից 62-ը գյուղերն են, 7-ը՝ քաղաքները (Հայաստանի ..., 2007): Նմուշարկման են ենթարկվել դրանցից 62-ը (90%): Կոտայքի մարզում կատարվել է 103 նմուշարկում:

Արմավիրի մազը գտնվում է ՀՀ տարածքի արևմտյան մասում և ամբողջությամբ տեղակայված է Արարատյան հարթավայրում: Գրավում է 1242 քառ.կմ տարածք (Հայաստանի ..., 2007): Արարատյան հարթավայրն իրենից ներկայացնում է միջլեռնային իջվածք: Նրա ստորերկրյա ջրերը շրջանառվում են տարբեր տիպի ապարներում, սակայն աղբյուրների մոտ 80%-ը հակված է ջրատար լավային ապարներին: Լճային, տիդմային և ավազակավային ջրատար գոյացումներն ունեն սահմանափակ տարածում, սակայն այստեղ տեղակայված են գետային ջրատար գոյացումների շերտեր: Արարատյան հարթավայրի ստորերկրյա ջրերն ունեն սնման շատ մեծ մարզ, որն ընդգրկում է Գեղամա լեռնաշղթայի հարավարևմտյան լանջերը, Հայկական Պար լեռնաշղթան, Մեծ և Փոքր Արարատները, Արագած լեռը, Կարսի սարահարթը և Արաքս գետի միջին հոսանքները: Ստորերկրյա ջրերի սնման հիմնական աղբյուրը մթնոլորտային տեղումներն են, օդի ջրային գոլորշիների կոնդենսացիան և մակերեսության ջրերի ինֆիլտրացիան: Այդ ջրերի կուտակման և տեղափոխման գործում հիմնական դերը անդեզիտաբազալտային լավաներին է և չորրորդական ենթահունային գոյացումներինը, որոնք ներկայացված են փխրուն-բեկորային տարատեսակներով: Հիմնական ջրամերժ են երրորդական և ավելի հին նստվածքային անջրաթափանց ապարները, որոնք տեղադրված են չորրորդական նստվածքային գոյացումների և, գլխավորապես՝ երրորդական ու չորրորդական ճեղքավոր անդեզիտաբազալտային լավաների տակ:

Կառուցվածքային տեսակետից Արարատյան հարթավայրն իրենից ներկայացնում է միջլեռնային իջվածք՝ շրջափակված բարձր

լեռնային կառույցներով: Լեռնաշղթաների հիմքը կազմող ծալքերը սուզվում են դեպրեսիայի ուղղությամբ, ինչով և որոշվում է ստորերկրյա հոսքի ուղղությունը (Геология ..., 1974):

Արարատյան հարթավայրի ստորերկրյա ջրերը կապված են ապարների տարբեր համալիրների հետ: Ջրատար են պլիոցեն-չորրորդական հասակի հրաբխային ապարները, որոնք ունեն ամենամեծ տարածումը և ջրատար լավաների հետ կապված է աղբյուրների 80%-ը: Ջրատար են նաև լճագետային գոյացումները:

Տիղմային, ավազակավային, գետային և այլ ջրատար առաջացումներն ունեն զգալիորեն փոքր տարածում և համեմատաբար փոքր դերակատարում հարթավայրի ընդհանուր ջրային հաշվեկշռում:

Ընդհանուր առմամբ, հարթավայրի ջրերը, կախված ապարների տարբեր լիթոլոգիական տարատեսակներից իրենց հակվածությունից, ստորաբաժանվում են. շերտային ջրեր, ձեղքա-ծակոտկենային և ծակոտկենային: Կազմելով հարթավայրի ընդհանուր հիդրոերկրաբանական բնութագիրը, սրանք բաշխվում են ըստ երեք հիմնական հորիզոնների. գրունտային ջրերի հորիզոն, առաջին ճնշումային ջրատար հորիզոն և երկրորդ ճնշումային ջրատար հորիզոն:

Հիդրոերկրաքիմիական տեսանկյունից, ազատ ջրափոխանական գոտում անջատվել են երեք հիմնական տիպեր հիդրոկարբոնատային, սուլֆատային և քլորիդային: Ամենամեծ տարածումն ունեն առաջին տիպի ջրերը, որոնց քիմիական կազմը ձևավորվում է անմիջականորեն ինֆիլտրացիոն ջրերի և էֆուզիաների փոխներգործությունից: Եվ հանքայնացման տեսանկյունից էլ արտեզյան ավազանի ջրերը ստորաբաժանվում են. քաղցրահամ (մինչև 1 գր/լ), թույլ աղի (1-3 գր/լ) և աղի (3-5 գր/լ): Հիմնական տարածումն ունեն առաջինները, որոնք էլ օգտագործվում են խմելու համար:

Մարզի բնակավայրերը 98-ն, որոնցից 95-ը գյուղերն են և 3-ը քաղաքները (Հայաստանի ..., 2007): Նմուշարկման են ենթարկվել դրանցից 75-ը (76,5%): Արմավիրի մագում նմուշարկումների թիվը կազմում է 149:

Բոլոր նմուշարկումները կատարվել են այն կետերում, որոնցից անմիջականորեն օգտվում են սպառողները (ծորակներ, ցայտաղբյուրներ, հուշաղբյուրներ), ընտրելով այն ջրերը, որոնք կամ ամբողջովին են սնում տվյալ բնակավայրը, կամ կազմում են մատակարարվող ջրերի հիմնական մասը: Մի քանի հիմնական սնուցում ունեցող բնակավայրերում նմուշարկումները կատարվել են տարբեր կետերում՝ հնարավորության սահմաններում ընդգրկելով տարբեր խողովակաշարերով մատակարարվող ջրերը:

Ջրերի բոլոր նմուշները հետազոտվել են ՀՀ ԳԱԱ ԵԳԻ Հիդրոերկրաքիմիայի լաբորատորիայում, ավանդական արբիտրաժային (Резников..., 1963) և ֆիզիկաքիմիական (Салихджанова ..., 1988) մեթոդներով: Որոշվել են NH_4^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , $\text{Fe}_{\text{ընդհ.}}$, F^- , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , NO_3^- , NO_2^- , H_4SiO_4 , pH, ընդհանուր կոշտություն, ընդ-

հանուր հանքայնացում, ինչպես նաև Cu^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} : Ըստ Կուրլովի բանաձևի ի հայտ է բերվել յուրաքանչյուր նմուշի դասային պատկանելիությունը և պարզվել է, որ Կոտայքի և Արմավիրի մարզերում ընդհանուր առմամբ շրջանառվում են ավելի քան 30 դասի խմելու քաղցրահամ ջրեր: Հաշվի առնելով կատիոնային շարքի բաղադրիչների փոփոխականությունը՝ կախված բազմաթիվ արտաքին գործոնների ազդեցությունից, ինչպես նաև կրկնման հաճախականությունը, կատարվել է դասերի խմբավորում ըստ բանաձևում անիոնների ամբողջ շարքի և կատիոնային շարքի հիմնականում առաջին երկու բաղադրիչների, ինչի արդյունքում ստացվել է, որ Կոտայքի մարզում շրջանառվող ջրերը հիմնականում կարող են բնութագրվել 9 (աղ. 1) և Արմավիրի մարզում՝ 12 դասի (աղ. 2) ջրերով:

Աղյուսակ 1

Կոտայքի մարզի խմելու քաղցրահամ ջրերի դասային պատկանելիությունը և նրանց տարածվածության աստիճանը, %

h/ h	Դասը	Տարածվածության աստիճանը, %	h/ h	Դասը	Տարածվածության աստիճանը, %
1	$\frac{\text{HCO}^3\text{Cl}}{\text{CaMgNa}}$	31,1	6	$\frac{\text{HCO}^3\text{SO}^4}{\text{MgCaNa}}$	0,97
2	$\frac{\text{HCO}^3\text{Cl}}{\text{MgCaNa}}$	4,9	7	$\frac{\text{HCO}^3\text{SO}^4}{\text{CaMgNa}}$	9,71
3	$\frac{\text{HCO}^3}{\text{CaNaMg}}$	11,7	8	$\frac{\text{HCO}^3\text{SO}^4\text{Cl}}{\text{CaMgNa}}$	16,5
4	$\frac{\text{HCO}^3\text{ClSO}^4}{\text{CaMgNa}}$	5,8	9	$\frac{\text{HCO}^3\text{NO}^3\dots}{\text{CaMg} \dots}$	2,9
5	$\frac{\text{HCO}^3\text{ClSO}^4}{\text{MgNaCa}}$	16,5			

Բոլոր հետազոտված տարրերն ու միացություններն ունեն պարունակությունների տատանման լայն տիրույթ (աղ. 3), որը հիմնականում համապատասխանում է ՀՀ-ում ընդունված նորմերին (Зоны ..., 2002): Օրինակ, բոլոր հետազոտված մետաղների պարունակությունների արժեքներն ընդունված նորմերից շատ ավելի ցածր են: Սակայն որոշ բաղադրիչներ ունեն պարունա-

կությունների այնպիսի արժեքներ, որոնք պահանջում են հատուկ ուշադրություն: Դա ազոտի միացություններն են, ընդհանուր հանքայնացումը և ընդհանուր կոշտությունը, որոնց համար գրանցվել են զգալի և կայուն շեղումներ: Այդ արժեքների և տարածվածության մասին տվյալները ներկայացված են աղ. 4-ում, որտեղ բերվում են մեկ և ավելի անգամներ հետազոտությունների արդյունքում գրանցված բոլոր շեղումները:

Աղյուսակ 2

Արմավիրի մարզի խմելու քաղցրահամ ջրերի դասային պատկանելիությունը և նրանց տարածվածության աստիճանը, %

h/ h	Դասը	Տարածվածության աստիճանը, %	h/ h	Դասը	Տարածվածության աստիճանը, %
1	$\frac{HCO^3 SO^4 Cl}{CaMgNa}$	9,4	7	$\frac{SO^4 ClHCO^3}{NaMgCa}$	4,0
2	$\frac{SO^4 HCO^3 Cl}{CaMgNa}$	4,7	8	$\frac{HCO^3 SO^4}{MgCaNa}$	2,7
3	$\frac{HCO^3 SO^4 Cl}{MgCaNa}$	25,5	9	$\frac{HCO^3 SO^4}{CaMgNa}$	1,3
4	$\frac{HCO^3 ClSO^4}{MgNaCa}$	12,8	10	$\frac{SO^4 HCO^3 Cl}{NaMgCa}$	8,0
5	$\frac{HCO^3 ClSO^4}{CaMgNa}$	10,2	11	$\frac{HCO^3 Cl}{CaMgNa}$	18,1
6	$\frac{HCO^3 Cl}{MgNaCa}$	2,7	12	$\frac{HCO^3}{CaMgNa}$	0,7

Այսպես, ազոտի միացություններից (դրանք անտրոպոգեն ազդեցության արդյունքում ջրերի աղտոտման հիմնական գործոններից են) նիտրատ-իոնի պարունակություն դիտվում է ինչպես Կոտայքի, այնպես էլ Արմավիրի մարզերի բոլոր հետազոտված ջրերում: Նիտրիտ-իոնի պարունակություն հազվադեպ է գրանցվում, իսկ ամոնիումը գործնականում չի հայտնաբերվել: Ինչպես հայտնի է, ըստ տոքսիկ հատկությունների ազոտի այս միացու-

թյունները կազմում են հետևյալ շարքը $\text{NO}_2^- > \text{NH}_4^+ > \text{NO}_3^-$ (Крайнов ..., 1987): NO_2^- -ի փոքր պարունակություններն ամենայն հավանականությամբ կապված են ջրերի աղտոտումից հետո տվյալ միջավայրում նրա հիմնական մասի արագ նստեցման հետ, իսկ մնացորդը թթվածնային արգելապատնեշի վրա ինտենսիվ օքսիդանում է մինչև NO_3^- , որն արդեն հայտնաբերվում է զգալի քանակներով: ՀՀ-ում նիտրատ-իոնի ընդունված թույլատրելի սահմանային կոնցենտրացիան (ПДК) 45 մգ/լ է: Նախկինում կատարված հետազոտությունները գրանցել են զգալիորեն փոքր, սակայն տատանվող քանակներ, ինչը նշանակում է, որ աղտոտումը կրում է անտրոպոգեն բնույթ: Դա, ամենայն հավանականությամբ, պայմանավորված է ջրերի ոչ լավ մեկուսացմամբ և չի բացառվում նրանց հետագա առավել զգալի աղտոտումը: Հետևաբար, կարծում ենք, որ նիտրատ-իոնի պարունակությանը հատուկ ուշադրություն պետք է դարձնել նաև ԹՄԿ չգերազանցող, բայց նրան մոտ արժեքների դեպքում:

Մյուս 2 բաղադրիչները, որոնց պարունակության բարձր արժեքներ են գրանցվել շատ բնակավայրերում և որոնք բնութագրում են ջրերի որակական արժեքը և խմելու համար նրա պիտանելիության աստիճանը հիդրոերկրաքիմիական տեսանկյունից, ընդհանուր հանքայնացումն ու ընդհանուր կոշտությունն են:

Ընդհանուր հանքայնացման բարձր արժեքները հիմնականում ձևավորվում են HCO_3^- , Ca^{2+} և H_4SiO_4 -իոնների հաշվին, սակայն առանձին-առանձին նրանց պարունակությունների անթույլատրելի արժեքներ չեն գրանցվել: Ընդհանուր հանքայնացման ԹՄԿ սահմանված է մինչև 1 գ/լ, սակայն, ինչպես երևում է աղ. 4-ից, Արմավիրի մարզի շատ բնակավայրերում այն գերազանցվում է: Նույնը կարելի է ասել նաև ընդհանուր կոշտության մասին, ինչը պայմանավորված է կալցիումի և մագնեզիումի պարունակությունների մգ-էկվիվալենտների գումարային բարձր արժեքներով:

Կոտայքի մարզում այս առումով իրավիճակը շատ ավելի բարվոք է: Բացի նիտրատ-իոնից, բոլոր հետազոտված տարրերի և միացությունների պարունակությունները նորմերի սահմաններում են: Սահմանաված նորմերի գերազանցում գրանցվել է միայն նիտրատ-իոնի համար և միայն 1 դեպքում (Լեռնակերտ, 140 մգ/լ), սակայն գերազանցումն այնքան մեծ է և կայուն, որ այդ ջրի օգտագործումը խմելու նպատակներով համարում ենք խիստ անցանկալի: Նորմայից ցածր, սակայն ուշադրության արժանի են Կապուտանում, Կաքավաձորում և Աբովյանում գրանցված արժեքները: Դրանք պահանջում են մշտական հսկողություն և լրացուցիչ աշխատանքներ՝ աղտոտման աղբյուրները հայտնաբերելու նպատակով:

Արմավիրի մարզի ջրերում ուշադրության է արժանի նաև սուլֆատ-իոնի դերը: Նրա պարունակությունները չեն գերազանցում սահմանված նորմերը, սակայն Կուրլովի քանաձևում շատ հաճախ

SO₄²⁻-իոնը զբաղեցնում է երկրորդ տեղը անիոնների շարքում և երբեմն՝ նաև առաջինը: Հայտնի է, որ սուլֆատ-իոնը հիմնականում ունի հանքածին և մասամբ պետրոծին բնույթ: Ձևավորվում է հիմնականում սուլֆիդների օքսիդացման և սուլֆատների անցման արդյունքում և մասամբ էլ կարող է ներկրվել մթնոլորտից: Արմավիրի մարզի համար ակնհայտ է նաև անտրոպոգեն գործունեության ազդեցությունը: Դա, այսպիսով, նշանակում է, որ ջրում շարունակում են ընթանալ օքսիդացման պրոցեսներ և ջրի կազմի ձևավորումը դեռևս չի ավարտվել: Հետևաբար, սպասելի են ջրի կազմի տատանումներ, որոնք կարող են բերել որակի անցանկալի փոփոխությունների: Նշենք, որ սուլֆատային և հիդրոկարբոնատ-սուլֆատային կազմի ջրերի տարածվածությունը կազմում է 20-ական տոկոս:

Կոտայքի մարզում սուլֆատային կազմի ջրեր ընդհանրապես չեն գրանցվել, իսկ հիդրոկարբոնատ-սուլֆատայինների տարածվածությունը կազմում է մոտ 10%:

Այսպիսով, Կոտայքի մարզում անջատվել են հիմնական 9 դասի և Արմավիրի մարզում՝ 12 դասի ջրեր:

Կոտայքի մարզում ՀՀ-ում ընդունված ԹՄԿ գերազանցող և նրան մոտ արժեքներ գրանցվել են միայն նիտրատ-իոնի համար:

Արմավիրի մարզում նման արժեքներ գրանցվել են նիտրատ-իոնի, ընդհանուր հանքայնացման և ընդհանուր կոշտության համար:

Աղյուսակ 3

Հիմնական տարրերի և միացությունների սահմանային
պարունակությունները

Արմավիրի և Կոտայքի մարզերի խմելու քաղցրահամ ջրերում, մգ/լ

Տարրեր և միացություններ	Արմավիրի մարզ				Կոտայքի մարզ			
	2011		2012		2011		2012	
	Սահմանա- փին պարու- նակություն	Միջին ար- ժեք	Սահմանա- փին պարու- նակություն	Միջին ար- ժեք	Սահմանա- փին պարու- նակություն	Միջին ար- ժեք	Սահմանա- փին պարու- նակություն	Միջին ար- ժեք
Na ⁺	8.28-327.38	82.39	8.03-346.0	82.99	3.45-99.32	16.50	2.3-54.26	16.90
K ⁺	1.5-12.5	5.32	2.0-11.22	5.60	0.5-27.5	3.67	0.29-39.0	4.33
Ca ²⁺	5.76-203.52	72.75	22.6-203.47	72.71	5.76-120.0	25.81	4.91-98.91	29.69
Mg ²⁺	3.5-139.23	44.77	9.14-129.05	44.54	1.75-40.81	12.02	2.09-26.49	13.20
Cl ⁻	6.3-351.9	72.61	13.68-348.84	69.19	2.8-171.11	16.55	2.07-60.03	15.49
SO ₄ ²⁻	3.29-924.23	184.99	4.94-914.35	187.28	3.7-113.57	15.68	3.29-75.31	15.43

HCO ₃ ⁻	42.7-612.2	300.0	117.12-536.8	302.69	30.5-433.1	131.12	30.5-280.6	146.53
NO ₃ ⁻	1-80	12.7	4-70	14.27	0.3-140	7.95	1.0-140.0	14.08
Ընդհ. հանք.	99.74-2202.72	821.67	252.1-2227.5	847.18	75.94-931.68	280.82	69.32-755.33	307.26
Ընդհ. կոշտ. մկ/էկվ	0.58-18.42	7.24	2.03-17.3	7.29	0.48-8.4	2.28	0.5-6.87	2.57
pH	6.27-8.18	7.34	6.29-7.98	7.37	6.67-8.56	7.69	6.14-8.48	7.49

Աղյուսակ 4

Արմավիրի և Կոտայքի մարզերի որոշ բնակավայրերի ջրերում
բաղադրիչների անոմալ և նրան մոտ պարունակություններ
(բերվում են մոնիտորինգային բոլոր գրանցումները)

Արմավիրի մարզ				
h/h	Բնակավայր	NO ₃ ⁻ , մգ/լ	Ընդհանուր հանքայնացում, մգ/լ	Ընդհանուր կոշտություն մկ/էկվ
		ՀՀ-ում ընդունված նորմեր		
		45	1000	7
1.	ք.Մեծամոր	20	1090,72	11,36
2.	ք.Արմավիր	20, 25	1094,26, 1100,51	10,50, 10,77
3.	Հոկտեմբեր (Սարդարապատ)	50, 80	1145,92, 1160,10	10,07, 17,31, 10,58
4.	Տավորիկ	25, 32, 30	2043,09, 1235,12, 2068,86, 2082,26	18,16, 17,29
5.	Հուշակերտ	22, 20		
6.	Նոր Արմավիր	28		7,89
7.	Ջրառատ	60	1733,11	14,75
8.	Մյասնիկյան	25, 24	2070,40, 2202,72, 2227,50	17,40, 18,42, 17,30
9.	Բամբակաշատ	80, 70	1239,28	11,22
10.	Գրիբոյեդով	20, 36		7,94
11.	Առատաշեն	20, 20	1037,14, 1058,70, 1132,69	11,63, 11,51, 11,28
12.	Արաքս	20	1085,62, 1024,51, 1065,28	
13.	Նոր Արտագերս	28		
14.	Նորավան		1015,06, 1034,08, 1023,39	10,12, 10,58, 10,11
15.	Լուկաշին		1132,03, 1062,88, 1107,07	11,08, 11,27, 10,66
16.	Խանջյան		1174,05, 1169,23, 1171,41, 1169,06	10,78, 10,88, 11,51, 11,00
17.	Նաիրի		1000,39, 1095,74	9,36
18.	Լեռնագոգ		1065,28, 1119,84	10,31, 10,39
19.	Դալարիկ		1343,91, 1309,88, 1423,70	10,93, 12,24, 12,16
20.	Վանանդ		1490,16, 1441,05	8,15
21.	Բաղրամյան ավան		1351,19, 1349,87, 1361,69	10,93, 11,07, 10,56
22.	Երվանդաշատ		1107,51, 1159,94, 1185,34	8,97, 10,00, 9,96
23.	Շենիկ		1096,76	10,43, 8,36
24.	Արգինա			8,53
25.	Ակնաշեն			9,51, 10,05

26.	Գայ			8,82, 8,23
27.	Լուսազյուղ			9,11, 9,55, 8,46
28.	Տարոնիկ	20,00	1132,69	14,07, 8,62, 12,60
Կոտայքի մարզ				
1.	Լեռնակերտ	140, 140		
2.	Ձորաղբյուր	40, 24		
3.	Հացավան	20		
4.	Կապուտան	45		
5.	Կաքավաձոր	30		
6.	Ֆանտան	20		
7.	Աբովյան	36		

Երկու մարզերում էլ խմելու համար առաջին հերթին անցանկալի են համարվում նիտրատ-իոնի ԹՄԿ-ն գերազանցող և նրան մոտ արժեքներ ունեցող ջրերը, ապա՝ մոտ 10 տոկոս տարածվածություն ունեցող հիդրոկարբոնատ-սուլֆատային կազմով ջրերը Կոտայքի մարզում և սուլֆատային ու հիդրոկարբոնատ-սուլֆատային կազմերով ջրերը, որոնք ունեն 20-ական տոկոս տարածվածություն Արմավիրի մարզում: Այս բաղադրիչներն անմիջականորեն վկայում են ջրերի՝ աղտոտումից մեկուսացված չլինելու մասին: Նպատակահարմար չենք համարում նաև ընդհանուր հանքայնացման և ընդհանուր կոշտության բարձր արժեքներ ունեցող ջրերի օգտագործումը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Геология Армянской ССР. Т.VIII. Гидрогеология. Изд. АН Арм.ССР. Е., 1974. 392 с.
Крайнов С.Р., Швец В.М. Геохимия подземных вод хозяйственно-питьевого назначения. М., «Недра», 1987. 237 с.
Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю. Методы анализа природных вод. Гос. научно-техническое изд. литературы по геологии и охране недр. М., 1963. 404 с.
Салихджанова Р.М.-Ф., Гинзбург Г.И. Полярографы и их эксплуатация в практическом анализе и исследованиях. М., «Химия», 1988. 160 с.
Зоны санитарной охраны водоканалов и источников водоснабжения питьевого хозяйственного назначения. Санитарные нормы и правила РА. N2-III-A2-2. 2002.
 Հայաստանի ազգային ատլաս: Հատոր Ա: «Գեոդեզիայի և քարտեզագրության կենտրոն» ՊՈԱԿ: Երևան, 2007: 232 էջ:

Գրախոսող՝ Ա.Ադինյան

ЭКОЛОГО-ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕСНЫХ ПИТЬЕВЫХ ВОД КОТАЙКСКОГО И АРМАВИРСКОГО МАРЗОВ РА

Г.В.Шагинян, Ш.С.Закарян, Ш.А.Гюльназарян

Резюме

Целью статьи является выявление составов (качества) пресных питьевых вод Котайкского и Армавирского марзов, классификация по гидрохимическим характеристикам и определение классовой принадлежности всех изученных вод, а также выявление степени распространенности каждого класса. В Котайкском марзе выделены 9, в Армавирском – 12 классов. Кратко приводится и геологическое строение территорий марзов, которое непосредственно определяет формирование составов этих вод и их изменение в процессе циркуляции. На основе результатов исследований в течение 2-х лет даны также рекомендации по целесообразности использования исследованных вод в питьевых целях. Выделены элементы и соединения, содержания которых в водах превышают нормы, принятых в РА.

THE ECOHYDROGEOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF SWEET DRINKABLE WATERS OF KOTAYQ AND ARMAVIR REGIONS OF THE RA

H.V. Shahinyan, Sh.S. Zakaryan, Sh.A. Gyulnazaryan

Abstract

The aim of the article is to identify the composition (quality) of fresh potable waters used for drinking purposes in the Kotayq and Armavir regions of the RA, to determine their classification according to hydro-geochemical characteristics, and to establish relation of all studied waters to specific classes and the rate of distribution of each class. Nine (9) and 12 main classes of waters have been distinguished in the Kotayq region and in the Armavir region, respectively. The geological structure of the areas of these regions is briefly mentioned, as it directly determines formation of the compositions of these waters and their changes, occurring during the circulation. Based on the results provided by the 2 year-long research, a number of recommendations is given concerning the expediency of use of the studied waters for drinking purposes. Some elements and compounds have been differentiated, the contents of which exceed the norms adopted in the RA.

ԱԿՆԱՐԿ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՔԱՐՏԵԶԱԳՐՄԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԻ
ՄԱՍԻՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆՈՒՄ

© 2013r. Ա.Ս.Ավանեսյան

ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ
0019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյան պ., 24ա, ՀՀ
E-mail: ashavan48@mail.ru
Հանձնված է խմբագրություն 28.06.2013թ.

Հոդվածի նպատակն է ներկայացնել մասնագիտական հասարակությանը երկրաբանական քարտեզագրման պատմությունը Հայաստանում և նրա կարևոր դերը մեր տարածաշրջանի բարդ երկրաբանական կառուցվածքի ուսումնասիրման ու պատկերման գործում: Հիշատակվում են բոլոր հիմնական երկրաբանական քարտեզահանման աշխատանքները և քարտեզները, որոնք պահպանվում են Հանրապետական երկրաբանական ֆոնդում և երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի գրադարանում, որոնցից անհրաժեշտ է օգտվել տարբեր կիրառական և գիտական խնդիրները լուծելիս:

Նախաբան. Լավ և գրագետ կազմված երկրաբանական քարտեզը նման է գրավիչ գրքի, որը ընթերցելիս կարելի է ստանալ չափազանց կարևոր և հետաքրքիր տեղեկություններ քարտեզի վրա պատկերված տարածքի երկրաբանական կառուցվածքի վերաբերյալ: Երկրաբանական քարտեզում պատկերված շերտագրության, քարաբանության, հրայնության, տեկտոնիկայի և այլ տվյալների վերլուծության հիման վրա երկրաբանները ստանում են անհրաժեշտ տեղեկություններ հետազոտվող տարածքի տեկտոնական զարգացման և ձևավորման մասին՝ տարածքի երկրաբանական կառուցվածքը, վաղ երկրաբանական անցյալում գոյություն ունեցած հնաշխարհագրական, լանդշաֆտային, կլիմայական պայմանները, կենդանական և բուսական աշխարհը, ինչպես նաև երկարատև երկրաբանական զարգացման պատմության ընթացքում տեղի ունեցած տարբեր երկրաբանական երևույթները՝ ծովայինից ցամաքային ռեժիմի անցումը, ծալքա- և լեռնաառաջացումը, հրաբուխների արտավիժումը, աղետաբեր երկրաշարժերը, սողանքները և այլ բնական աղետներ:

Երկրաբանական քարտեզից տվյալներ են ստանում հետազոտվող շրջանում տարածված տարաբնույթ օգտակար հանածոների, նրանց բաշխման օրինաչափությունների և նոր տեսակների ու հանքավայրերի հայտնաբերման նախադրյալների մասին: Ըստ էության միայն գրագետ տարամասշտաբ երկրաբանական քարտեզները, որոնք կազմված են բոլոր պահանջներին համապատասխան, կարող են վստահելի հիմք ծառայել այս կամ այն տարածքներում որոնողական ու երկրաբանահետախուզական աշխատանքների կազմակերպման, նոր օգտակար հանածոների հայտնաբերման հեռանկարների գնահատման և ի վերջո երկրի համար

վստահելի հանքահումքային հենքի ստեղծման համար: Երկրաբանական քարտեզները նաև հիմք են հանդիսանում ջրաերկրաբանական և ինժեներա-երկրաբանական քարտեզների համար, առանց որոնց հնարավոր չէ քաղաքների, բնակավայրերի, կարևոր օբյեկտների և ձեռնարկությունների ջրամատակարարման ապահովումը, շինարարության նախագծումն ու իրականացումը, սեյսմիկ պայմանների գնահատումը:

Երկրաբանական քարտեզագրության պատմության համառոտ ակնարկ

Ինչպես աշխարհի շատ տեղամասերում, այնպես էլ պատմական Հայաստանի տարածքում երկրաբանական քարտեզագրման տարրերն ի հայտ են եկել հնագույն քաղաքակրթություններում: Արդեն իսկ այդ ժամանակներում սկսեցին զարգանալ արհեստներ՝ կապված աղի, հանքային ներկերի, թանկարժեք ու գունազարդ քարերի, օբսիդիանի, կայծքարերի, շինանյութերի, պղնձի, երկաթի և այլ անհրաժեշտ օգտակար հանածոների որոնման և շահագործման հետ: Երկրաբանական քարտեզագրման տարրերի գիտելիքները կուտակվում էին "հանքագետների" կողմից և փոխանցվում էին սերնդից սերունդ, սակայն նրանց գոյության մասին գրավոր վկայություններ հանդիպում են չափազանց հազվադեպ:

Հայտնի քարտեզներից առաջինը (ըստ Բ.Վիսոցկու), որի վրա պայմանական նշաններով պատկերված է ապարների և միներալների տարածումը, կազմվեց Կուլոնի կողմից Ֆրանսիայում 1644թ: Անգլիացի Լիստերը 1684թ. առաջարկեց քարտեզի վրա տարբեր գույներով նշել ապարների տարատեսակները: Անգլիայում, 1743թ. Պակսը կազմեց քարտեզ, որի վրա տարածված ապարները նշված են եղել գույներով և տառային նշաններով, քարտեզին կցվում էր պայմանական նշանների բացատրությունը: Նույն թվականին ֆրանսիացի Գետտերը հրատարակեց Ֆրանսիայի, Անգլիայի և Գերմանիայի «գեոգնոստիկ» քարտեզը պատկերելով նրա վրա ապարների, հանքաքարերի և հանքային աղբյուրների տարատեսակները: Ռուսաստանում (եթե հաշվի չառնենք հանքային տեղամասերի հին "նկարագրերը" և հատակագծերը) առաջին երկրաբանական քարտեզներից մեկը հանդիսանում է Արևելյան Անդրբայկալիայի ձեռագիր "գեոգնոստիկ" (երկրաբանա-ապարագրական) քարտեզը (մ-բը $\approx 1:20000$), որը կազմվել է Դ.Լեբեդևի և Մ.Իվանովի կողմից:

Իսկական երկրաբանական քարտեզները, կազմված շերտագրության հիմքերի վրա, սկսեցին ի հայտ գալ միայն XIX դարի սկզբում: Շերտագրության հիմքում դրվեցին այդ ժամանակում մշակված սկզբունքները՝ 1 - երկրաբանական մարմինների հաջորդական առաջացման (Ն.Ստեռն, 1669թ.). 2 - կենսաշերտագրական մասնատման և համադրման (Ու.Սմիտի, 1816թ.). 3 - միահասակ նստվածքների ֆացիալ տարանջատման (Ա.Գրեյլի, 1838թ.; Է.Ռե-

նեվե, 1884թ.). 4 – ակտուալիզմի (Չ.Լայել, 1830 - 1833թ.թ.). 5 – ոչ լրիվ շերտագրական և հնէաբանական տարեգրության (Չ.Դարվին, 1859թ.). 6 – էվոլյուցիայի երկրաբանական և կենսաբանական անդարձելիության (Չ.Դարվին, 1859թ.; Լ.Դոլլոյ 1893թ.). 7 – հնէաբանական սուկցեսսիայի սկզբունքը (Ժ. Սուլավու, 1780թ.; կամ Ու. Սմիտ, 1816թ.): Ավելի ուշ սկսվեց կիրառվել նաև երկրաբանական մարմինների սահմանային մակերեսների հասակային միգրացիայի սկզբունքը (Ն. Գոլովկինսկի, 1868թ.):

Երկրաբանական քարտեզագրման զարգացման նոր խթան ծառայեց 1875թ. Միջազգային երկրաբանական համաժողովի կայանալը: Համաժողովի առաջին նստաշրջանում 1878թ. դրված են եղել մրցութային հարցեր՝ երկրաբանական քարտեզագրման, տարբեր ստվարաշերտերի նշանների միասնական անվանակարգի և երկրաբանական քարտեզների համար միասնական նշանների համակարգի, երկրաբանական համակարգերի մասնատման համար բրածո կենդանիների նշանակության, ապարների սահմանազատման հնարավորության ըստ նրանց լիթոլոգիական կազմի, շերտագրական սխեմաների կարգման, երկրաբանական քարտեզների վրա կողաշարժերի ու երակների նշանակման եղանակների վերաբերյալ:

Հայկական լեռնաշխարհի առաջին երկրաբանական սխեմատիկ քարտեզներն ի հայտ եկան 19-րդ դարի վերջին տարիներին: Այդ ժամանակաընթացքում Հերման Աբիխի (1844-1882) կողմից իրականացվեցին հետազոտություններ նվիրված երկրամասի երկրաբանությանն ու լեռնագրությանը: Աշխատանքները ամփոփվել են երեք հրատարակություններում և ուղեկցվում էին տարամասշտաբ երկրաբանական քարտեզներով և սխեմաներով, հետաքրքիր ուրվանկարներով ու պատկերներով: Ամփոփիչ աշխատանքի երրորդ մասը, որը պարունակում էր տեղեկություններ Հայկական լեռնաշխարհի արևելյան հատվածի վերաբերյալ, հրատարակության պատրաստվեց Է. Ջյուսի կողմից և լույս տեսավ 1887թ. Գ.Աբիխի մահից հետո: Հատորին որպես հավելված կցվում էր բազմաձևավալ ատլասը, որում հավաքված էին Մեծ և Փոքր Կովկասի բազմաքանակ հետաքրքիր ուրվանկարներ, կտրվածքներ և երկրաբանական քարտեզներ: Հատուկ հետաքրքրություն էին ներկայացնում վերջիններս, և նրանց շարքում Հայաստանի 1:420000 (10 վերստը մեկ դյույմում) երկրաբանական քարտեզը, որի վրա գունային պայմանական նշաններով ցույց էին տրված 28 տարբեր շերտագրական միավորներ ու ապարներ: Այդ ժամանակի համար քարտեզը տալիս էր Փոքր Կովկասի երկրաբանական կառուցվածքի առանձնահատկությունների մասին բավականին լավ պատկերացումներ:

Ֆ.Օսվալդի (1906) Հայկական լեռնաշխարհի երկրաբանական քարտեզները հանդիսացան 20-րդ դարի սկզբի տարիներում տարբեր հետազոտողների աշխատանքների արդյունքում կուտակված երկրաբանական նյութերի տաղանդավոր ամփոփում:

Սկսած 1923 թվականից, ներառյալ 1942թ., ընդմիջումներով 1928, 1933 և 1934թթ. Կ.Պաֆենգոլցի կողմից կատարվեց Փոքր Կովկասի, այդ թվում և Հայաստանի տարածքի մոտ 70% պլանաչափ 1:420000 և 1:100000 ու երթուղային 1:200000 մասշտաբների երկրաբանական հանույթ: Կազմվեցին միջին մասշտաբի (1:200000) երկրաբանական քարտեզներ: Հայաստանի առանձին տարածքներում, գլխավորապես Ալավերդու ու Կապանի հանքային շրջաններում, այդ տարիներին ուրիշ երկրաբանների կողմից (Համամիութենական Երկրաբանական Ինստիտուտ, Լենինգրադ) կազմվեցին խոշորամասշտաբային (1:42000) երկրաբանական քարտեզներ: Վ.Գրուշևոյի (1937, 1948թթ.), Վ.Կոտլյարի (1937թ.), Ա.Ն.Սոլովյևի (1936թ.), կողմից կազմվեցին 1:100000 և 1:200000 մասշտաբին համապատասխանող Հայաստանի Հանրապետության հարավ-արևելյան մասի՝ Զանգեզուրի հանքաբեր մարզի երկրաբանական քարտեզները:

50-ական թվականներին Ա.Ասլանյանը (1950թ.) կազմեց մերձերևանյան տարածաշրջանի և Արարատյան հարթավայրի (մոտ 6000 քառ.կմ) 1:100000 մասշտաբի երկրաբանական քարտեզը Ա.Առաքելյանի աշխատանքների արդյունքում 1953թ. կառուցվեց Ուրծ-Հայոցձորի լեռնաշղթայի (մոտ 1600 քառ.կմ.) 1:100000 մասշտաբի երկրաբանական քարտեզը Ս.Մկրտչյանը (1953թ.) ստեղծեց Զանգեզուրի հանքաբեր մարզի (մոտ 4000 քառ.կմ.) 1:100000 երկրաբանական քարտեզը:

Նույն թվականներին սկսվեցին Հայաստանի մի շարք շրջանների խոշորամասշտաբ (1:50000) երկրաբանահանույթային աշխատանքները՝ կազմվեցին Փամբակի լեռնաշղթայի կենտրոնական մասի, Հայոցձորի լեռնաշղթայի, Ստեփանավանի շրջանի արևմրտյան մասի, Լավար և Լեջան լեռնազանգվածների (Պ.Եփրեմյան, 1949-1956թթ.), Շամշադինի (Ս.Ավանեսյան, 1949թ.), Կապանի հանքային շրջանի (Գ.Տեր-Մեսրոպյան, 1950թ.) 1:50000 մասշտաբի երկրաբանական քարտեզները:

1956թ. հրատարակվեց Կ.Պաֆենգոլցի կողմից ճշգրիտ տեղագրական հիմքի վրա ստեղծված Կովկասի 1:500000 մասշտաբի երկրաբանական քարտեզը, որն արժանացավ միջազգային երկրաբանական կոմիտեի մրցանակի: Նույն մասշտաբի Կովկասի երկրաբանական քարտեզ ամփոփային հիմունքներով Դ.Նալիվկինի խմբագրությամբ հրատարակվեց 1976թ.:

20-րդ դարի երկրորդ կեսերին, հայ երկրաբանների մի ամբողջ համաստեղության (Կ.Մկրտչյան, Գ.Հակոբյան, Հ.Չուբարյան, Զ.Հովհաննիսյան, Վ.Ամարյան, Ա.Վեհունի, Վ.Սաֆարյան, Հ.Թումանյան, Ռ.Խաչատրյան, Ս.Մարտիրոսյան և այլոք) աշխատանքների շնորհիվ խոշորամասշտաբ (1:50000) երկրաբանական հանույթով ծածկվեց Հայաստանի Հանրապետության ամբողջ տարածքը: Կազմվեցին Հայաստանի հյուսիսային և հյուսիս-արևելյան մասի (Հ.Չուբարյան 1969թ., 1970-1975թթ.; Հ.Թումանյան և ուրիշներ, 1964-

1966թ., 1969-1970թթ.; Գ.Հակոբյան և ուրիշներ, 1962-1969թթ.), Արագածի հրաբխային զանգվածի (Վ.Ամարյան, 1965-1972թթ.), Սևանի լեռնաշղթայի (Հ.Չուբարյան և ուրիշներ, 1970-1975թթ.), Վեդի և Արփա միջնագետքի (Ա.Վեհունի, Ռ.Խաչատրյան, 1960-1963թթ.), Միսիանի շրջանի (Ջ.Հովհաննիսյան, Վ.Ամարյան, 1969-1971թթ., Վ.Սաֆարյան 1972-1975թթ.), Հրազդան գետի միջին ավազանի (Ջ.Հովհաննիսյան, 1962թ.) պահանջվող որակի (կոնդիցիոն) երկրաբանական քարտեզներ, որոնք հիմք հադիսացան այդ տարածքների օգտակար հանածոների քարտեզների կազմմանն ու հետագա որոնողական և երկրաբանահետախուզական աշխատանքների նախագծմանը:

Նույն ժամանակաշրջանում Հայաստանի ԽՍՀ գիտությունների ակադեմիայի և ԵՊՀ-ի գիտնականների կողմից գիտահետազոտական և թեմատիկ աշխատանքների շրջանակներում կազմվեցին Սևանի հյուսիս-արևելյան ափի (Ս.Աբովյան, 1961թ.), Ջանգեզուրի հարավ-արևելյան մասի (Վ.Հակոբյան, 1962թ.), Վեդի գետի վերին հոսանքի ավազանի (Վ.Ավետիսյան, Ն.Ազարյան և ուրիշներ, 1963թ.), Երևանի երկրաբանա-տնտեսական շրջանի (Վ.Ավետիսյան, Վ.Հակոբյան և ուրիշներ, 1964-1970թթ.), Մեղրու ներծայթքային պլուտոնի (Հ.Ադամյան, Ա.Վեհունի, 1959թ.) 1:50000 մասշտաբի երկրաբանական քարտեզներ: Մեծածավալ և բազմամյա երկրաբանական գիտահետազոտական ուսումնասիրություններ իրականացվեցին Ջանգեզուրի հանքային շրջանում, ինչի արդյունքում կառուցվեցին Քաջարանի, Ագարակի և ուրիշ հանքային դաշտերի մանրամասն և խոշորամասշտաբ (1:2000, 1:5000, 1:25000) ու ամբողջ հանքային շրջանի (1:50000) երկրաբանական քարտեզներ (Կ.Քարամյան, Ռ.Տայան, Ռ.Ջրբաշյան, Հ.Գույումջյան, Մ.Հարությունյան, Ռ.Սարգսյան և ուրիշներ, 1969-1978թթ.): Թվարկված աշխատանքները շատ մեծ կիրառական նշանակություն ունեցան ինչպես երկրաբանաորոնողական և հետախուզական աշխատանքներում, այնպես էլ ժողովրդական տնտեսության այլ ոլորտներում:

Երևան քաղաքի և նրա մերձակայքի կառուցապատման ու զարգացման համար մեծ նշանակություն ունեցավ այս տարածքի 1:25000 մասշտաբի հրատարակված երկրաբանական քարտեզը (Ա.Ասլանյան, Յու.Մայադյան, Կ.Կարապետյան, 1982թ.)

1964-1970թթ. ՀԽՍՀ երկրաբանական վարչության աշխատակիցների կողմից Մեղրու ներծայթքային պլուտոնի և հարակից տարածքների սահմաններում իրականացվեցին երկրաբանաորոնողական աշխատանքներ, որոնք ուղեկցվեցին 1:50000 մասշտաբի երկրաբանական հանույթով (Գ.Խոջաբաղյան, Ռ.Հարությունյան և ուրիշներ, 1971թ.): Քարտեզին կից բերվեցին բազմաթիվ հավելվածներ վրադիր քարտեզների տեսքով, որոնց վրա պատկերված էին այդ շրջանում բացահայտված բազմատեսակ օգտակար հանածոների

ուղղակի և կողմնակի (միներալոգիական, երկրաքիմիական, երկրաֆիզիկական և այլն) նախադրյալները:

Հայաստանի երկրաբանական կառուցվածքում զգալի դեր են խաղում նորագույն, պլիոցեն-չորրորդական հասակի հրաբուխները և հրաբխային առաջացումները: Նրանք ծածկում են Ջավախքի, Ծաղկունյաց, Գեղամա, Վարդենիսի լեռների բարձրադիր մասերը և լանջերը, Արագածի լեռնային զանգվածն ու Սյունիքի բարձրավանդակը: Կատարվեցին նորագույն հրաբխականության տարածման շրջանների բազմամյա (1960-1980թթ.) մանրագննին երկրաբանա-ապարաբանական հետազոտություններ, որոնք ուղեկցվում էին այդ տարածքների խոշորամասշտաբ 1:25000, 1:100000 և 1:200000 մասշտաբի երկրաբանա-ապարագրական քարտեզներով և սխեմաներով՝ Արագածի շրջան (Կ.Շիրինյան, Ս.Կարապետյան, Յու.Ղուկասյան և ուրիշներ, 1969-1974թթ.), Ջավախքի լեռներ և Ախուրյան գետի վերին հոսանք (Է.Խարազյան, 1968թ.), Ծաղկունյաց լեռներ (Է.Խարազյան, Ս.Կարապետյան, 1975թ.), Գեղամա բարձրավանդակ (Կ.Կարապետյան, Ս.Կարապետյան, 1965-1969թթ.), Սյունիքի բարձրավանդակ, Կապանի շրջան (Ս.Կարապետյան, Կ.Շիրինյան, Լ.Նահապետյան և ուրիշներ, 1969-1974թթ.), Վարդենիսի լեռնաշղթա (Ս.Շ.Կարապետյան, Է.Խ.Խարազյան, 1976-1980թթ.): Հետազայում այս քարտեզները և ստացված տվյալները ճշտագրվեցին ու ամփոփվեցին թվայնացված նորագույն պլիոցեն-չորրորդական հրաբխականության քարտեզներում՝ ՀՀ տարածքի 1:500000 (Ռ.Ջրբաշյան, Ս.Կարապետյան, Յու.Ղուկասյան, Է.Խարազյան, 2007թ.), Արագածի հրաբխային զանգվածի 1:100000 (Յու.Ղուկասյան, Խ.Սելիքսեթյան, Ռ.Ջրբաշյան, Գ.Նավասարդյան, 2010թ.), Գեղամա և Վարդենիսի բարձրավանդակների 1:100000 (Ս.Կարապետյան, Ռ.Ջրբաշյան, Գ.Նավասարդյան, 2011թ.), Սյունիքի բարձրավանդակի 1:100000 (Ս.Կարապետյան, Ռ.Ջրբաշյան, Գ.Նավասարդյան և ուրիշներ, 2011թ.):

Գիտահետազոտական ուսումնասիրությունների հիման վրա կազմվեց 1:50000 մասշտաբի Արզականի բյուրեղային զանգվածի թերթաքարային համալիրի երկրաբանա-ապարաբանական քարտեզը (Վ.Աղամալյան, 1969թ.):

Երկրաբանական քարտեզագրման աշխատանքները Հայաստանում նոր թափ ստացան 20-րդ դարի 80-ական թվականների վերջում: Ելնելով որակի նկատմամբ նոր պահանջներից և կանխատեսումային-մետաղածնական քարտեզների կազմման խնդիրներից, Հայաստանի տարբեր հանքային և երկրաբանա-տնտեսական շրջանների սահմաններում կատարվեցին խմբակային և մասնագիտացված երկրաբանական խոշորամասշտաբ (1:50000 մասշտաբի) հանութային աշխատանքներ: Կազմվեցին Ստեփանավանի (Ա.Շմիդտ, Վ.Ռոզով, Ա.Ավանեսյան, Վ.Աղամալյան և ուրիշներ, 1978թ., 900 քառ.կմ.) և Շամշադինի (Ա.Շմիդտ, Ա.Ավանեսյան, Ա.Պորտնոյ և ուրիշներ 1982թ., 1100 քառ.կմ.) հանքային շրջանների

երկրաբանական և կառուցվածքաֆորմացիոն (1:50000) քարտեզները: Ստեղծվեցին Վայոց Ձորի և Հարավային Սևանի երկրաբանատնտեսական շրջանի (5200քառ.կմ.) խոշորամասշտաբ (1:50000) երկրաբանական և օգտակար հանածոների քարտեզները (Ս.Մարտիրոսյան, Վ.Ամարյան և ուրիշներ, 1981թ.): 1982-1983թթ. Է.Խարազյանը, Ո.Սաֆարյանը և այլոք քարտեզագրեցին Բազումի և Փամբակի լեռնաշխարհների արևմտյան մասերը (Է.Խարազյան և ուրիշներ, 1983թ.): Կազմվեց Կապանի հանքային շրջանի երկրաբանա-կառուցվածքային 1:50000 մասշտաբի քարտեզը, շեշտը դնելով հիմնականում երկրաբանական ֆորմացիաների առանձնացման վրա (Ս.Աչիկզյոզյան, Ս.Ջոհրաբյան և ուրիշներ, 1981թ.): 1982-1985թթ. կազմվեցին Կապանի ու Միսիանի հանքային շրջանների 1:50000 մասշտաբի (Ե.Ուսպենսկայա, Է.ՅԼեվեն, Ա.Ավանեսյան և ուրիշներ, 1985թ., Ե.Ուսպենսկայա, Լ.Բուրշտեյն և ուրիշներ, 1987թ.) և Կապանի հանքային դաշտի 1:25000 մասշտաբի (Ա.Շմիդտ, Ա.Պորտնոյ և ուրիշներ, 1985թ.) երկրաբանական և կառուցվածքային-ֆորմացիոն քարտեզները: Նույն տարիներին մի շարք երկրաբանների կողմից կազմվեց և 1989թ. հանձնվեց հարավային Զանգեզուրի 1:50000 մասշտաբի կոնդիցիոն երկրաբանական քարտեզը (Է.Խարազյան, Բ.Մելիքսեթյան և ուրիշներ, 1989թ.):

Ամփոփելով և վերլուծելով Հայաստանի տարբեր տարածաշրջանների խոշորամասշտաբ երկրաբանական հանույթների տվյալները, 1975-1985թթ. պետական հրատարակման նախապատրաստվեցին ԽՍՀՄ-ի Կովկասյան սերիայի 1:200000 մասշտաբի երկրաբանական և օգտակար հանածոների քարտեզները: Դրանցից մի մասը՝ K-38-XXVI (Ա.Ասլանյան, Ա.Վեհունի, 1975թ.), J-38-XI (Հ.Ադամյան, Ա.Վեհունի, 1975թ.), K-38-III (Ա.Վեհունի, Ռ.Խաչատրյան, 1981թ.) հրատարակվեցին, իսկ մյուս մասը՝ K-38-XXVIII (Հ.Չուբարյան և ուրիշներ, 1986թ.), K-38-XXXIII (Հ.Չուբարյան և ուրիշներ, 1989թ.), K-38-XXXIV (Հ.Չուբարյան և ուրիշներ, 1991թ.) չհասցվեց հրատարակվել:

2005թ. Է.Խարազյանը իմի բերելով մեծաքանակ հեղինակների բազմաձևվալ երկրաբանական քարտեզների տվյալները, ինպես նաև օգտագործելով անձնական նյութերը և մոտեցումները, ստեղծեց և հրատարակեց ՀՀ տարածքի 1:500000 մասշտաբի երկրաբանական քարտեզը՝ թվայնացված տարբերակով, հայերեն և անգլերեն լեզուներով:

Վերջաբան. Ռեգիոնալ երկրաբանահանութային աշխատանքները ֆունդամենտալ հենք են ստեղծում հանրապետության երկրաբանության համակարգված ուսումնասիրման, ընդերքում օգտակար հանածոների հանքավայրերի կանխատեսման և հայտնաբերման համար: Նրանք կոչված են ապահովելու արդյունաբերության, գյուղատնտեսության տարբեր ոլորտները (երկրաբանահե-

տախուզական աշխատանքներ, լեռնային գործ, մելիորացիա, շինարարություն, պաշտպանություն, ռացիոնալ բնօգտագործում, բնապահպանություն, սեյսմիկ վտանգ, հրաբխային ժայթքումներ և այլ ժամանակակից երկրաբանական գործընթացների կանխատեսում ու գնահատում) համակարգված երկրաբանական տեղեկատվությունով:

Երկրաբանական գիտությունների զարգացմանն ու ուսումնասիրություններին համընթաց ի հայտ են գալիս նոր տվյալներ և մեկնաբանություններ, որոնք արտահայտված չեն եղել նախկինում կատարված երկրաբանական քարտեզների վրա: Պետական երկրաբանական քարտեզների հնացման ժամկետը մասնագետների կողմից գնահատվում էր 15-20 տարի: Փորձագետների գնահատմամբ ՀՀ տարածքի երկրաբանական քարտեզների մոտ 50% չի համապատասխանում ժամանակակից պահանջներին և ենթակա է նորացման, հաշվի առնելով երկրակեղևի կառուցվածքի, կազմի և զագացման վերաբերյալ նոր պատկերացումների զգալի առաջընթացը:

Սկսած 1991թ. պետական երկրաբանական քարտեզագրումը դուրս է մնացել պետական ուշադրության շրջանակներից և իրականացվում է պատվերներով ի հաշիվ կոնկրետ ընդերքօգտագործողների միջոցների: Հարկ ենք համարում նշել, որ նախկինում բոլոր պետական երկրաբանական քարտեզները անցնում էին փորձագիտական քննություն մասնագիտական խմբագրական հանձնաժողովում՝ կազմված Հայաստանի անվանի գիտնականներից և փորձառու երկրաբաններից: Քարտեզները հաստատվում էին Կառավարությանը կից երկրաբանական գերատեսչություններում (ՀԽՍՀ երկրաբանական վարչություն), կամ հատուկ լիազորված ինստիտուտներում (ВСЕМГН): Ներկայումս նման պրակտիկան, ցավոք քացակայում է:

Սույն հոդվածը նախապատրաստելիս հեղինակը հիմնականում օգտվել է Հանրապետական երկրաբանական ֆոնդում գոյություն ունեցող տվյալներից, ինչպես նաև իր գործընկերների կողմից սիրով տրամադրված նյութերից, որի համար շնորհակալություն է հայտնում:

Ցանկանում եմ նաև իմ երախտապարտությունը հայտնել ավագ սերնդի բոլոր անվանի և արտադրությունում աշխատած շարքային երկրաբաններին, որոնք թողել են իրենց անջնջելի հետքը Հայաստանի երկրաբանությունում:

Գրախոսողներ՝ Ռ.Միրիջանյան
Հ.Բաղդասարյան

ОЧЕРК РАБОТ ПО ГЕОЛОГИЧЕСКОМУ КАРТИРОВАНИЮ В АРМЕНИИ

А.С.Аванесян

Резюме

Целью статьи является представить профессиональной среде историю геологического картирования в Армении и ее важную роль в деле изучения и изображения сложного геологического строения нашего региона. Приводятся, по возможности, все основные геологосъемочные работы и карты, которые есть в Республиканском геологическом фонде и в библиотеке института геологических наук и, которыми необходимо пользоваться при решении различных прикладных и научных задач.

THE OVERVIEW OF WORKS ON THE GEOLOGICAL MAPPING IN ARMENIA

A. S. Avanesyan

Abstract

The purpose of the article is to present to the professional community the history of geological mapping in Armenia and the important role it played in the study and representation of the complex geological structure of our region. All main geological surveying works and maps that are available in the National Geology Foundation and in the Library of the Institute of Geological Sciences and should be used in resolving various applied and scientific tasks, are mentioned, to the extent possible.

ГИС МОДЕЛИРОВАНИЕ ЯВЛЕНИЙ ЗАТОПЛЕНИЯ БАССЕЙНА р. ДЕБЕД

© 2013г. Д.Г. Аракелян¹, С.А. Нагапетян², Б.Г. Закарян³,
М.К. Мкртчян¹

¹Институт Геологических Наук НАН РА. 0019, г. Ереван, пр. Маршала Баграмяна 24а.
armgeology@gmail.com, mkrtyan.mushegh@gmail.com

²ЕГУ РА. 00125, г. Ереван, Алек Манукяна 4. nahapetyan@ysu.am

³ООО "Геоинфо". РА, 0076, г. Ереван, ул. Гюликехян 35, кв.12. zakaryanbenik@gmail.com
Поступила в редакцию 28.06.2013г.

Работа посвящена моделированию затопления территории пойм рр. Дебед и Дзорагет. На основе ЦМР и данных замеров водопунктов, выделены зоны затопления территорий пойм рек Дебед и Дзорагет в случае возможного прорана Мецаванского водохранилища, активизации Одзунского оползня и при учете максимального количества выпадения осадков. Учет всех факторов, способствующих затоплению, рассчитывался обеспеченностью в 0,5, 1, 5, 10 и 25%. Результаты работ создана модель на основе ГИС, способная рассчитывать площадь затопления бассейнов рек в случае перечисленных вариантов и прогнозировать время и место затопления. Осуществлена оценка риска затопления с расчетом промежутков времени достижения максимального стока при проране Мецаванского водохранилища населенных пунктов.

На основе полученных рассчитанных результатов и кадастровых данных, данная методика позволяет прогнозировать ущерб, наносимый затоплением.

Введение

Паводки и затопления обусловлены природными и техногенными факторами, они наносят ущерб экономике и окружающей среде и зачастую уносят жизни людей.

Целью работы является трехмерное моделирование в системе ГИС максимального дебита рр. Дебед – Дзорагет при условиях: максимального выпадения осадков в виде дождя и снега, возможного прорана Мецаванского (нарушение баланса) водохранилища и образования запруды в результате возможного обрушения Одзунского оползня под влиянием сейсмических воздействий.

Наличие модели затопления в системе ГИС, на основе ряда сценариев, предоставляет возможность разработки плана мероприятий по защите территории от последствий максимального стока рр. Дебед – Дзорагет и предотвращения разрушительных последствий.

Характеристика объекта исследования

Речная сеть р. Дебед, формирующаяся на слиянии рек Памбак и Дзорагет, представлена более 1356 реками, 55 из которых имеют протяженность более 10 км. Наиболее крупными притоками р. Дзорагет являются:

Ташир, Чкнах, Урут, Гаргар, а р. Дебед – рр. Марц и Шнох, реки Дебед и Дзорагет протекают по 45 общинам Лорийского и Тавушского марзов.

Средняя плотность речной сети – $0,84 \text{ км/км}^2$. На территории бассейнов действуют 13 водопунктов наблюдения, из которых данные 9 – и были использованы в настоящей работе. Беря начало с высокогорных территорий, обе реки имеют большой угол падения (Միսգիվաճիւնի Բ.Պ., Թադևոսյան Գ.Պ. 2007).

Основным отличием рек Дебед и Дзорагет является то, что они имеют различную степень источников питания (дождь, снег, грунтовые воды), что и объясняет большие колебания уровня и расхода воды. Модуль стока бассейна р. Дебед варьирует от $0,5$ до $2,5 \text{ км}^2$, с расходом $25\text{--}30 \text{ л/сек}$. Паводки фиксируются с середины мая до первой половины июля, с пиковым значением в мае. Второй, более слабый паводок незначительно наблюдается в сентябре–октябре, т.е 70% годового стока р. Дебед приходится на весенний и начало летнего периодов.



Рис. 1. Исследуемая территория

Мецаванское водохранилище, площадью 300 га и объемом 5.4 млн. м^3 было построено в 1989 г. с целью орошения 260 га угодий. Высота плотины 7 м , длина 730 м , ширина гребня 7 м . Абсолютная высота 1583.97 м , рабочая 1579.6 м . Плотина земляного типа, состав супесчаный. Средняя плотность грунта – 2.4 т/м^3 , частиц грунта – 2.7 т/м^3 .

Оползень–обвал Одзун, активизировавшийся 12.12.1992 г, расположен на левом берегу р. Дебед, в 70 метрах от устья реки. Относительная высота – 140 м , высота языка – 25 м . Ширина оползневого тела составляет – 220 м , длина – 450 м , площадь – 5.3 га , объем – 795000 м^3 , средняя мощность – 15 м .

Параметры представленных явлений и объектов были использованы в разработке модели затопления р. Дебед.

Методика

Методика определения территорий затопления рр. Дебед и Дзорагет

Как известно, максимальный уровень воды и расход в реке взаимосвязаны. Исходя из этого, на гидропостах рек Дебед и Дзорагет, на основе данных максимальных уровней воды и расходов, были получены соответствующие взаимосвязи расчетных параметров с целью экстраполяции уровня воды в реке по всей длине изучаемой территории и расчета расхода воды.

С целью определения уровня воды в реке на гидропостах была выявлена связь между максимальным уровнем (H см), максимальным расходом (Q м³/сек), скоростью (V м/сек) и шириной реки (L м). На основе полученных связей была определена площадь затопления на гидропостах. Что дает возможность определения уровня поднятия реки при различных расходах воды.

За частоту максимальных расходов р. Дебед были приняты интервалы раз в 200, 100, 20, 10 и 4 лет, которые соответствуют обеспеченности (количество расхода воды в определенный промежуток времени) в 0,5, 1, 5, 10 и 25%.

Значение максимальной обеспеченности на конкретных участках было рассчитано с помощью выявленной связи. На основе полученных графиков выводятся значения максимального расхода при различной обеспеченности с последующим расчетом зоны затопления. На рис. 2 отображены примеры графиков ряда гидропостов с максимальными расходами и уровнями воды по обеспеченности (0,5; 1; 5; 10 и 25%).

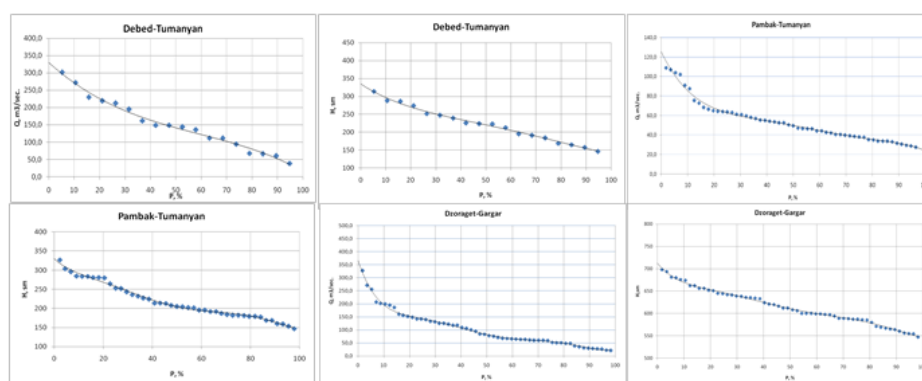


Рис. 2. Кривые обеспеченности уровня и дебита р. Дебед и ее притоков

Однако для корректного определения площадей зон затопления по всей длине рр. Дзорагет и Дебед данные наблюдений по 8 гидропостам (ширина реки, расход, уровень, скорость и глубина воды) недостаточны. Данная задача была решена построением 109 добавочных поперечных

профилей с целью привязки полученных данных интерполяции к морфологии поймы (рис.1).

По данным разрезов были рассчитаны: площадь поперечного профиля $F = h_{cp} \cdot L$, где h_{cp} – средняя глубина для конкретного горизонта, а L – ширина отрезка реки.

Для дополнения данных по интервалам рек, с отсутствующими данными замеров, с целью построения соответствующих поперечных профилей была использована цифровая модель рельефа с резолуцией 5 м, с целью определения скорости потока и уклона поймы реки с соответствующими данными по гидравлическому уклону уровня реки, на основе чего, по формуле 1, был рассчитан максимальный расход.

$$Q = FV \quad (1)$$

где Q (м³/сек) – максимальный расход, F (м²) – площадь поперечного разреза, V (м/сек) скорость потока.

Таблица 1.

Показатели максимальных расходов и уровней при обеспеченности 0,5; 1; 5; 10 и 25%

Дебед–Айрум			Дебед–Ахтала		
Р, %	Q, м ³ /сек	*Н, см	Р, %	Q, м ³ /сек	Н, см
0,5	780	466	0,5	770	447
1	740	461	1	750	442
5	520	438	5	555	412
10	372	413	10	410	388
25	256	360	25	255	350
			0,5	770	447
Дебед–Туманян			Дзорагет–Степанаван		
Р, %	Q, м ³ /сек	Н, см	Р, %	Q, м ³ /сек	Н, см
0,5	395	375	0,5	285	330
1	390	365	1	275	325
5	360	327	5	205	305
10	322	295	10	155	292
25	240	260	25	97	255
Дзорагет–Катнарат			Дзорагет–Гаргар		
Р, %	Q, м ³ /сек	Н, см	Р, %	Q, м ³ /сек	Н, см
0,5	85	286	0,5	405	720
1	78	280	1	380	710
5	52	240	5	270	690
10	36	218	10	190	672
25	27	202	25	130	635
Ташир–Саратовка			Ташир–Михайловка		
Р, %	Q, м ³ /сек	Н, см	Р, %	Q, м ³ /сек	Н, см
0,5	127	510	0,5	70	300
1	124	490	1	60	280
5	88	410	5	38	236
10	60	345	10	24	216
25	27	295	25	18	192

*Н, Данные уровня воды приведены по дну лога

Используя полученные данные уровней воды в реках и максимальных стоков, были получены территории затопления по данным обеспеченности (0,5; 1; 5; 10 и 25%) (Гидрографические ежегодники, Ресурсы поверхностных вод СССР, 1930 - 2008).

Методика расчета вероятной запруды в результате возможной активизации оползневого тела Одзун.

С целью оценки степени вероятного смещения грунтовых масс и последствий запруды Одзунским оползнем реки Дебед были приняты варианты смещения оползневого тела на 60, 150 и 210 м.

За основу расчетов был принят продольный профиль оползневого склона до образования процесса, после его активизации и при возможном дальнейшем смещении. Методика расчета базируется на принципе постоянства объема оползневого тела при его смещении. Решение справедливо для вертикального сечения, проведенного по направлению оползневого смещения. Наиболее представительным следует считать сечение по оси оползня (рис. 3) (Д.Г. Аракелян, 1999; В.Р. Бойнагрян и др. 2009; US Army Corps of Engineers, 2003).

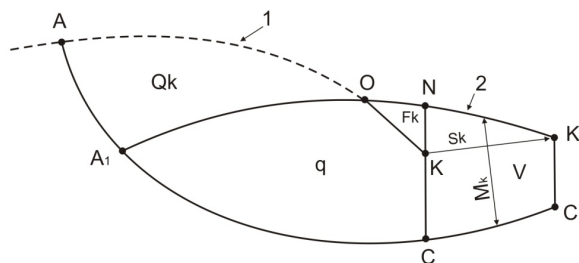


Рис. 3. Схема перемещения оползня.

Условные обозначения: 1 и 2 — профиль склона соответственно до и после оползневой подвижки;

A, K, C — исходное положение точек тела оползня в начале подвижки;

A₁, K₁, C₁ — положение тех же точек в конце подвижки; N, K, C и K₁, C₁ — вертикали, проведенные через начальное и конечное положение точки K; qV — длина вектора смещения точки K равная длине отрезка KK₁; Qk, Fk — площади контуров соответственно AOA₁, ONK, A₁OKC, NK₁C₁C.

Масса тела оползня до и после завершения смещения, естественно, одинаковая. Следовательно, если плотность сместившегося тела в процессе сползания не менялась, то $Qk + q = q + Fk + V$, отсюда:

$$V = Qk - Fk \quad (2)$$

Проведем между верхней и нижней границами оползневого тела перпендикулярно к отрезку k₁, через его середину отрезок длиной Mk, близкой к средней мощности оползня в контуре NCC₁K₁. Принимая, что $MkSk = V$, с учетом формулы (2), находим искомую мощность оползня:

$$Mk = (Qk - Fk) / Sk \quad (3)$$

где: Mk — средняя мощность оползня на участке вектора смещения рассматриваемой точки K; Qk, Fk — площади сечений в зонах “сноса” и “аккумуляции”

оползшей массы; Sk – длина вектора смещения рассматриваемой точки K , равной длине отрезка $KK_1(m)$.

Расчетная методика формирования возможного прорана Мецаванского водохранилища

В расчете прорана нами были использованы следующие параметры плотины и грунтов слагающих Мецаванское водохранилище:

$H_{\max}$ – максимальная разница между отметкой гребня дамбы и нижней отметкой прорана, м

F – площадь зеркала водохранилища, соответствующая максимальному уровню, m^2

$V_{\max}$ – объем воды водохранилища, m^3

l_0 – ширина гребня плотины, м

ms – уклон внутреннего борта плотины, м/м

ns – уклон внешнего борта плотины, м/м

ρ_s – плотность частиц грунта, t/m^3

ρ_w – плотность воды, принятая за 1, t/m^3

ρ_d – плотность сухого грунта, t/m^3

ν^H – кинематический коэффициент вязкости жидкости принятый за $0,0101 \text{ см}^2/\text{сек}$

d – средневзвешенный размер частиц грунта, мм

Для начальной стадии размеры прорана были рассчитаны формулой, применяемой для нарушения баланса расхода водохранилища – $y_0 = b_0 = h_0 = 0,5m$.

где y_0 – начальная глубина прорана, b_0 – начальная ширина прорана, h_0 – начальная глубина потока воды в проране.

Возрастание глубины в проране на всех этапах стабилен и равен $\Delta y \leq y_0$, а увеличение ширины прорана Δb рассчитывается по:

$$\Delta b = \Delta y \frac{y_0}{y_0 + \Delta y} \quad (4)$$

Задавая приращения размеров прорана (Δy и Δb), определяем уменьшение глубины вытекающего из водохранилища слоя ΔH . Расчет потока и прорана реализовывался по принципу последовательности с определенным интервалом времени i .

Отсюда следует, что начальная мощность потока воды в проране равна:

$$y_i = y_{i-1} + \Delta y \text{ (м)} \quad (5)$$

где y_{i-1} – разница между начальной и последующей глубинами размыва

Ширина прорана соответственно:

$$b_i = b_{i-1} + \Delta b \text{ (м)} \quad (6)$$

Длина прорана:

$$l_i = (m_s + n_s)y_i + l_0 \text{ (м)} \quad (7)$$

Начиная с $y_i = H_{\max}$ (7метров), величина прорана увеличивается только в ширину

$$b_i = b_{i-1} + \Delta b' \quad (8)$$

$$\text{где: } \Delta b' = 2.5 \Delta y \frac{y_0}{y_0 + \Delta y} \quad (9)$$

Исходя из вышесказанного, глубина потока в проране рассчитывается соответственно:

$$h_i = \frac{2}{3} H_i \text{ (м)} \quad (10)$$

где: H_i – определяется по формуле (28).

Расход воды в проране равен:

$$Q_i = m b_i H_i^{1/2} \sqrt{2g} \text{ (м}^3\text{/сек)} \quad (11)$$

где m – коэффициент водослива, равный 0,31.

Удельный расход потока в проране будет:

$$q_i = \frac{Q_i}{b_i} = 1.373 H_i^{3/2} \text{ (м/сек}^2\text{)} \quad (12)$$

Скорость потока:

$$u_i = \frac{Q_i}{b_i h_i} = 2.056 H_i^{1/2} \text{ (м/сек)} \quad (13)$$

Неразмывающая скорость u_{0i} м/сек для несвязанных грунтов определяется гидравлическими параметрами потока и d . Для Мецаванского водохранилища – $d=1\text{мм}$, а для Одзунского оползня – $d=0.5\text{см}$. При $0,25\text{ мм} < d < 1,5\text{мм}$ (для водохранилища) расчет проводился по следующей формуле:

$$u_{0i} = 1.8 v^{0.136} (g p_w)^{0.432} d^{0.292} \times \lg \frac{660 R_i v^{0.3}}{(g p_w)^{0.35} d^{0.24} k^{1.81}} \quad (14)$$

а при $d \geq 1,5\text{мм}$ (для Одзунского оползня) формула приобретает вид:

$$u_{0i} = \sqrt{g p_w d} \times \lg \left(11.5 \frac{R_i}{k} \right) \quad (15)$$

где: k – коэффициент однородности, равный $0,785 d^{0.75}$

g – ускорение свободного падения ($g = 9.81 \text{ м/сек}^2$)

R_i – гидравлический радиус потока для прямоугольной формы сечения прорана, рассчитываемый:

$$R_i = \frac{b_i y_i}{b_i + 2y_i}, \text{ м} \quad (16)$$

Гидравлическая крупность W_0 м/сек размываемого грунта в проране зависит от диаметра частиц. В случае плотины когда $0,6 \text{ мм} < d < 2,0 \text{ мм}$, формула приобретает вид:

$$W_0 = \left(\frac{gd^{1.2} p_w}{4.4v^{0.2}} \right)^{1/1.8} \quad (17)$$

В случае оползня Одзун, где $d \geq 2,0 \text{ мм}$:

$$W_0 = 1.2\sqrt{gd p_w} \quad (18)$$

Исходя из вышеприведенных расчетов, время размыва i -объема прорана рассчитывается:

$$\Delta t_i = \frac{2 p_d \Delta W_i}{m_i Q_i}, \text{ сек.} \quad (19)$$

где μ_i – транспортирующая способность перемещения материала водой, ΔW_i – увеличение объема размываемого прорана, м^3 .

$$\Delta W_i = W_i - W_{i-1} = 0,5(b_i y_i l_i - b_{i-1} y_{i-1} l_{i-1}), \text{ м}^3 \quad (20)$$

Принимая скорость потока $u_i \geq 2,7u_{0i}$ при размере всех частиц $d \leq 0,15$ (перемещение во взвешенном состоянии), становится возможным определение μ_i .

$$m_i = 0.01 \left(\frac{u_{cri} - u_{0i}}{3W_0} \right)^4 \left(\frac{d}{R_i} \right)^{1.6}, \quad (21)$$

где u_{cri} – критическая скорость потока м/сек.

$$\text{при } y_i < H_{\max} \quad u_{cri} = 2,63h_i^{0.5}, \quad (22)$$

$$\text{при } y_i = H_{\max} \quad u_{cri} = 3,77h_i^{0.2}, \quad (23)$$

При $u_i < 2,7u_{0i}$ и размере частиц $d > 0,15 \text{ мм}$ (перемещение в донном режиме), тогда μ_i – определяется по формуле:

$$m_i = 0.002 \left(\frac{u_i}{\sqrt{gd}} \right)^3 \left(1 - \frac{u_{0i}}{u_i} \right) \left(\frac{d}{h_i} \right)^{1.25}, \quad (24)$$

тогда объем вышедшей воды из водохранилищ за промежуток времени Δt_i будет равен:

$$\Delta V_i = Q_i \Delta t_i = \frac{2 p_d \Delta W_i}{m_i}, \text{ м}^3 \quad (25)$$

Общий объем равен:

$$V = \sum \Delta V_i, \text{ м}^3 \quad (26)$$

Понижение уровня воды в резервуаре соответственно:

$$\Delta H_i = \frac{\Delta V_i}{F}, \quad (27)$$

мощность вышедшего слоя воды будет равна:

$$H_i = H_{i-1} + \Delta y - \Delta H_{i-1}. \quad (28)$$

В случае $i = 1$ принимается, что $H_0 = y_0$ и $\Delta H_0 = 0$.

Расчет был проведен до состояния, когда V достигает $V_{\max}$ или μ_i приобретает значения 0,003 и меньше (РД 09–391–00, 2002; РД 03–607–03, 2003).

Методика моделирования в ГИС

Применение 109 поперечных профилей устьев рек Ташир, Дзорагет и Дебед, ГИС моделирование позволило выявить возможные сценарии затопляемых участков в различное время.

Разработанная модель состоит из последовательно взаимосвязанных расчетных и логических функций.

В основе расчета и картирования затопляемых участков учитываются расчетные значения максимальных стоков при различной обеспеченности расходов воды. Полученный результат, с учетом топографии местности, формы поперечных разрезов поймы, уровня воды в реке и затопляемых участков, их объема при различных сценариях обеспеченности, визуализируется в трехмерной модели (Ю.И. Денисова, 2009; СНИП 2.06.15–85, 1985; Biswajeet Pradhan, 2009).

Основой для моделирования послужили гидрологические и топографические данные в масштабе 1:10 000. Для осуществления поставленной задачи основными явились логические, графические и физические методы моделирования, реализованные в системе ArcGIS9.3 в Model builder. Ниже приводится перечень вводимых гидрологических и топографических данных, в системе координат GCS Pulkovo–1942, с резолуцией растровых значений 10 м.

Расчетная модель затопления представлена следующей схемой:

1. Вводные параметры
 - ЦМР (цифровая модель рельефа) рек Дзорагет и Дебед
 - Поперечные разрезы с необходимыми гидрологическими данными
 - Речная сеть.
2. Промежуточные расчетные данные
 - Показатели обеспеченности
 - Зоны затопления на основе обеспеченности.
3. Расчетные и картографические выходные данные
 - Участки затопления выделенные по сценариям обеспеченности
 - Объемы и временные характеристики процесса.

Точность выполненных расчетов зависит от корректности вводимых данных и примененных методик. Анализ результатов показал, что точ-

ность гидрологических расчетов составляет 8–11%, достоверность данных 95%.

Точность топографических данных в масштабе 1:10000 составляет 1 м. Разрез между горизонталями составляет 10 м, величина пикселей растровых данных составляет 10 м/пиксель.

Полученные результаты и анализ

Расчетами были получены площади зон смещения и накопления материала, а также площадь и объем запруды реки, ее площадь и объемы в зависимости от глубины.

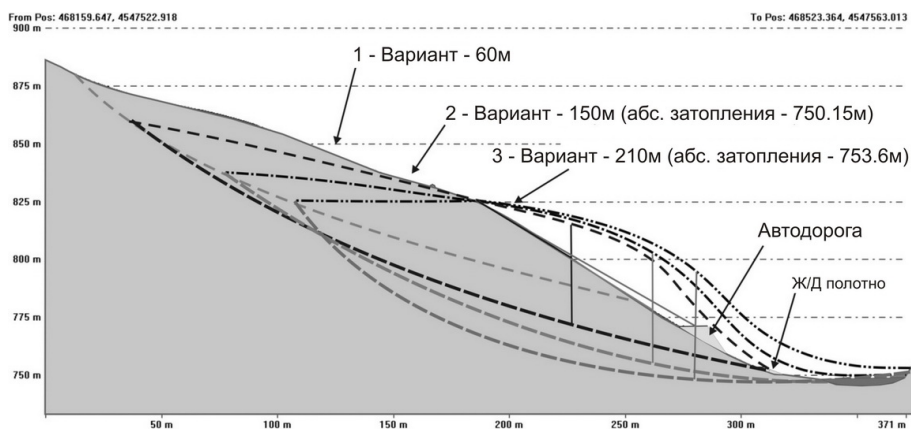


Рис. 4. Варианты запрудивания р. Дебед при возможной активизации оползневого участка Одзун.

Предполагаемые варианты сдвига оползня позволяют наметить следующие сценарии (рис. 4):

- В случае смещения оползня на 60 м оползневая масса охватывает только железную и автомобильную дороги.
- При варианте смещения оползня на 150 м происходит частичное запрудивание реки (абсолютная высота запруды 750,15 м площадью 21100 м² с объемом 16000 м³).
- Вариант смещения оползневой массы на 210 м создает запруды реки на отметке 753,6 м, что приводит к возникновению зоны затопления площадью 38200 м² и объемом 87000 м³.

Результаты последнего варианта были реализованы для определения территорий затопляемых участков и в ГИС моделировании.

Для расчета вероятного прорыва дамбы Мецаванского водохранилища принято условие при котором уровень воды достигает уровня гребня плотины. В этом случае объем воды в водохранилище превышает 6,65 млн.м³, а площадь составляет 460 га. Сформированный отток начинает расширяться в соответствии с показателями, приведенными в таблице 2.

С начала процесса проран формируется в течении 21,54 часов, достигнув глубины 7 м. После чего проран увеличивается за счет бокового расширения, достигнув 3,75 м. Весь объем воды удаляется за 40,6 часов при максимальном стоке 53,22 м³. Именно этот механизм действовал в 1994 г когда разрушенная плотина Арктиского водохранилища длиной 500 м и высотой 18 м сбросив 2 млн.м³ воды, образовала проран 10 м в основании. При разрушении плотины Лос Анжелесского водохранилища Балдвин Хилс в 1963 г. действовал тот же механизм.

Таблица 2.

Результаты расчетов формирования проранов и разрушения плотины Мецаванского водохранилища и Одзунского оползня.

Глубина прорана (м)	Ширина прорана (м)	Глубина потока прорана (м)	Длина прорана (м)	Рост размываемого объема прорана м ³	Скорость потока в проране (м/сек)	Расход воды в проране (м ³ /сек)	Время размыва прорана		Объем воды м ³	
							рост	Сумма	В интервале Δt_i	Суммарный объем
Y_i	b_i	h_i	l_i	ΔW_i	u_i	Q_i	Δt_i сек.	T час	ΔV_i	V
Расчет обрушения плотины Мецаванского водохранилища при условии нарушения баланса $y_0 = b_0 = h_0 = 0,5$ м.										
0.50	0.5	0.50	7		1.1	0.27				
1.00	0.75	0.64	14.5	4.55	2.29	1.11	242	0.08	267	310
1.50	1	0.97	18.2	8.22	2.81	2.72	393	0.19	1071	1381
2.00	1.25	1.28	21.9	13.8	3.22	5.17	685	0.38	3540	4921
2.50	1.5	1.58	25.7	20.7	3.58	8.51	1170	0.70	9964	14885
3.00	1.75	1.91	29.4	29.0	3.93	13.14	2117	1.29	27821	42706
3.50	2	2.19	33.1	38.8	4.22	18.48	3547	2.28	65555	108261
4.00	2.25	2.48	36.8	49.9	4.49	25.04	6162	3.99	154269	262530
4.50	2.5	2.77	40.6	62.4	4.74	32.77	10978	7.04	359706	622236
5.00	2.75	2.92	44.3	76.4	4.86	39.02	13636	10.83	532113	1154349
5.50	3	3.00	48.0	91.7	4.93	44.44	14296	14.80	635275	1789624
6.00	3.25	3.06	51.8	108	4.99	49.64	14376	18.79	713623	2503247
6.50	3.5	2.95	55.5	127	4.89	50.44	9879	21.54	498332	3001579
7.00	3.75	2.92	59.2	146	4.86	53.22	68622	40.60	3651779	6653358
При вероятном смещении Одзунского оползня $y_0 = b_0 = h_0 = 0,5$ м.										
0.5	0.5	0.5	294		0.97	0.24	0			
1	0.75	0.49	300	75.8	1.76	0.64	2898	0.80	1861	1861
1.5	1	0.65	303	115	2.03	1.32	3091	1.66	4080	5940
2	1.25	0.8	306	155	2.26	2.27	3364	2.59	7626	13567
2.5	1.5	0.9	309	197	2.4	3.25	3548	3.58	11530	25097
3	1.75	0.99	312	240	2.51	4.35	3730	4.61	16239	41336
3.5	2	1.11	315	284	2.66	5.93	4060	5.74	24070	65405
* 4	2.25	1.24	318	329	2.81	7.85	4460	6.98	35005	100410
4.5	2.5	1.27	321	375	2.84	8.98	4501	8.23	40428	140838
5	2.75	1.38	324	422	2.96	11.2	4893	9.59	54850	195687
5.1	2.83	1.18	325	118	2.74	9.13	1141	9.91	10419	206106

* С данной позиции начало этапа прекращения размыва

Расчеты прорана запруды, образовавшегося в результате срыва оползневового тела Одзун, показывают, что проран формируется до 3,5 м, после чего процесс размыва запруды угасает.

Немаловажным результатом данного моделирования является расчет времени, при котором максимальный сток достигает территорий населенных пунктов вниз по течению. Данная позиция дает возможность заранее предупредить о стихийном бедствии и организовать мероприятия по борьбе с его последствиями. С помощью разработанной модели, были рассчитаны интервалы времени, при которых максимальный сток достигает населенных пунктов (таблица 3).

Таблица 3.

Промежутки времени достижения населенных пунктов максимального стока при проране Мецаванского водохранилища

Населенный пункт	Время
Михайловка	2 часа 15 минут
Ташир	3 часа 15 минут
Саратовка	5 часа 42 минут
Степанаван	8 часа 14 минут
Гаргар	11 часа 23 минут
Туманян	12 часа 12 минут
Одзун	13 часа 14 минут
Алаверди	13 часа 49 минут
Ахтала	16 часа 59 минут
Шнох	17 часа 53 минут
Айрум	19 часа 03 минут
Дебетаван	22 часа 10 минут

При возможном проране плотины Мецаванского водохранилища значения уровня воды для каждого отрезка реки вычислялись на основе кривых расхода и уровня воды. Ниже приводится график зависимости расхода воды и уровня реки, полученный на основе расчетов участка N 29 территории пос. Айрум (рис. 5).

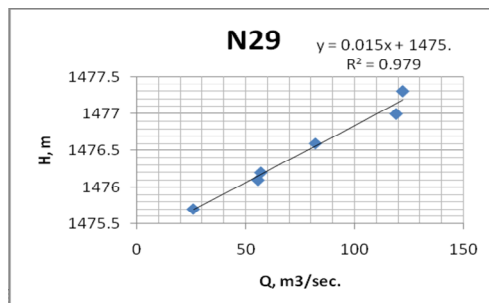


Рис. 5. График взаимосвязи уровня и расхода воды в разрезе 29 участка реки.

В разработанной расчетной модели ГИС был использован ряд как математических, так и логических функций наложения, выделения и т.д. (рис. 6). Расчет территорий затопления в системе ГИС обеспечивается рядом входных данных, а именно: векторные данные реки, цифровая модель рельефа, поперечные разрезы по длине всей реки с данными по обеспеченности, максимального стока и абсолютными отметками абсолютных уровней воды.



Рис. 6. Схема расчетной модели ГИС затопления территорий

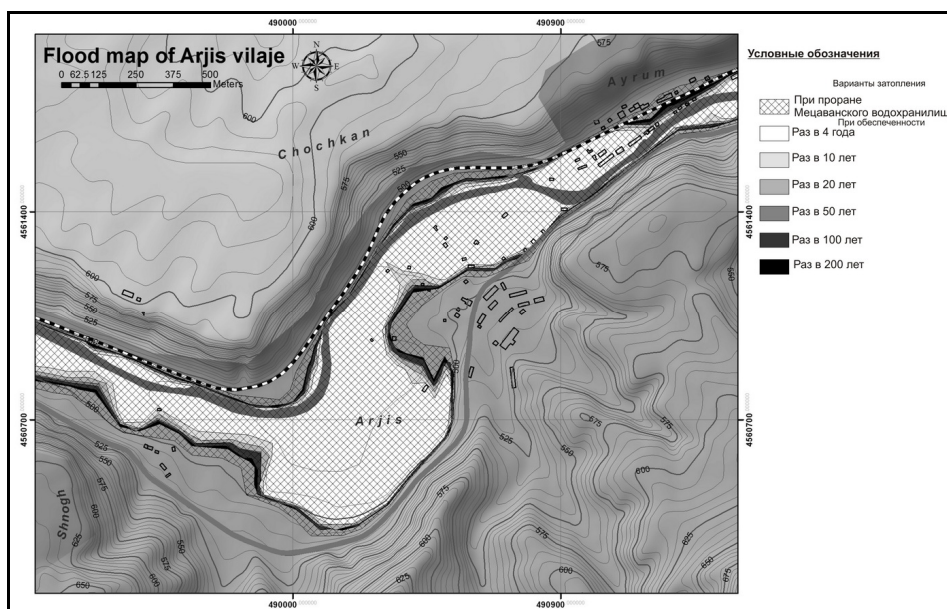


Рис. 7. Пример затопляемых участков рекой Дебед территорий общин сс. Арчис и Чочкан, полученные в результате расчетной модели.

Моделью рассчитываются возможные сценарии затопляемых территорий в соответствии с вариантами обеспеченности и результатом картирования территорий затопления. Конечный результат позволяет выделить повреждаемые объекты по общинам и рассчитывать площади затопления, что дает возможность оценки возможной опасности и расчета нанесенного ущерба (рис. 7). Созданная модель ГИС является логическим продолжением расчетных моделей затопляемых участков, дающих возможность реализации экономических расчетов при возможных материальных потерях, учитывая технические характеристики строений, их функции и участков с разной степенью обеспеченности.

Вероятность образования прорана при воздействии землетрясения была спрогнозирована на основе оценки вероятного влияния активного разлома. Плотина расположена в 30 километрах от активного Памбак – Севан – Сюникского разлома с потенциалом землетрясения (на данном участке) магнитудой $M 7,1 \pm 0,6$ (NorAtom, 2011). Используя формулу Штейнберга – $a = e^{-0,018 * (D^2 + h^2)^{0,5} + 6,63}$, $M = [6,5 - 7,5]$, (предложенную в 1990г.), были рассчитаны максимальные горизонтальные ускорения для пород территории плотины, где D – расстояние от потенциального эпицентра землетрясения, h – глубина потенциального землетрясения.

В результате расчетов выявлено, что горизонтальное ускорение для изучаемой территории достигает значения $a = 0,4$, что превышает ранее принятое нормативное $a = 0,3$.

Из этого можно заключить, что при сильном землетрясении в зоне активного разлома, на плотине Мецаванского водохранилища, возможно образование прорана с вытекающими из этого последствиями.

Заключение

Моделирование и оценка экологической угрозы для затопляемых участков является основой эффективного комплексного и безопасного управления затоплениями.

В результате реализованной работы была разработана модель расчета затопления на основе ГИС. Результаты расчетов позволяют на основе ЦМР и данных замеров водопунктов прогнозировать время и место затопления в результате прорана Мецаванского водохранилища и смещения Одзунского оползня. Моделирование затопления долин рек Дебед и Дзорагет по обеспеченности в 4, 10, 20, 50, 100, 200 лет показало, что территориями, наиболее подверженными риску затопления, являются общины Аревацаг, Цатер, Дзорагюх, Арчис, Айрум, Баграташен. В работе представлены расчеты времени затопления площадей общин Лорийского и Та-вушского марзов, рассчитанных разработанной моделью.

На основе полученных рассчитанных результатов, данная методика предоставляет возможность в дальнейшем рассчитывать ущерб, наносимый затоплением, с использованием кадастровых данных, таких как число населения, количество построек, коммуникаций и данных заземления.

Լիտերատուրա

- Արակելյան Դ.Դ.** Комплексный подход оценки и прогноза устойчивости оползневых склонов. Сб. статей молодых науч. сотр. Естественные науки, Ереван: Изд-во НАН РА, 1999, с. 37–40.
- Бойнагрян В.Р., Степанян В.Э., Хачатрян Д.А., Ядоян Р.Б., Аракелян Д.Դ., Դյորճյան Յ.Դ.** Оползни Армении. Издано при поддержке ОБСЕ. Издательство ООО “АСОГИК”. Ереван 2009. 308 с., 191 ил., 61таб
- Դիդրոգրաֆիկեսկե եղեղոճնիկի.** Դիդրոմեթեոիզճատ ց. Օմսկ, Վճթ. 1930–2008 ցց.
- Դենիսովա Յ.Ս., Քերեճոշիկով Ա.Ա.** Построение прогнозной модели зоны затопления Пос. Кизнер средствами гис-технологий. Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о земле 2009, Վճթ. 1, с. 171-178
- ՔԴ 09–391–00** "Методика расчета зон затопления при гидродинамических авариях на хранилищах производственных отходов химических предприятий" Федеральный горный и промышленный надзор России, Серия 09, Москва, 2002, Выпуск 4, с. 59.
- ՔԴ 03–607–03** "Методические рекомендации по расчету развития гидродинамических аварий на накопителях жидких промышленных отходов" Федеральный горный и промышленный надзор России (Госгортехнадзор России), Серия 03, Москва, 2003, Выпуск 42, с. 34.
- Տրոյտելնե ճորմե և թրեղե.** Инженерная защита территории от Затопления и подтопления. СНИП 2.06.15–85. Издание официальное. Госстрой СССР. 1985 ց.
- Մնացալկանյան Բ.Պ., Թադևոսյան Գ.Պ., "Լոռու կլիման և ջրերը", Վանաճոթ, 2007թ., 290 էջ:**
- Biswajeet Pradhan.** Flood susceptible mapping and risk area delineation using logistic regression, GIS and remote sensing. Journal of Spatial Hydrology Vol. 9, No.2 Fall 2009
- “NorAtom” Consortium.** Seismic hazard assessment for the construction site of a new power unit of the Armenian NPP. Final Report, 2011
- US Army Corps of Engineers** ENGINEERING AND DESIGN, ENGINEER MANUAL. EM 1110–2–1902, 31 Oct 2003.

Քեցենզենտ: Ա. Արակելյան

ԴԵԲԵԴ ԳԵՏԻ ԱՎԱԶԱՆՈՒՄ ԶՐԱԾԱԾԿՄԱՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹԻ ՄՏՀ ՄՈՂԵԼԱՎՈՐՈՒՄ

Դ.Գ. Առաթելյան, Մ.Ա. Նահապետյան, Բ.Գ. Զաթարյան,
Մ.Կ. Մկրտչյան

Ամփոփում

Ըստ ՄՏՀ մոդելավորման, Դեբեդ գետի ավազանում տարաբնույթ ջրածածկման և ջրհեղեղային երևույթներ կարող են առաջացնել գետի ծախսի ապահովվածությունը, Մեծավանի ջրամբարի հավանական վթարը և Օձունի սողանքի կողմից Դեբեդ գետի հունի հավանական արգելափակումը:

Հետազոտության արդյունքում ստացված գետային հոսքի 0,5; 1; 5; 10 և 25% ապահովությամբ առավելագույն ծախսերի և մակարդակների արժեքները, Մեծավանի ջրամբարի պատվարի վթարման դեպքում պատվարի սղոցման արագության և հոսքի մեծության հաշվարկի արդյունքները, Օձունի սողանքի կողմից Դեբեդ գետի հունն արգելափակող հավանական պատվարի՝ գետի կողմից,

սղոցման արագությունն ու հոսքի հաշվարկի արդյունքները և տեղանքի տոպոգրաֆիական մշակումները հիմք են հանդիսացել գետահովտում ջրածածկման վտանգավորության ԱՏՀ մոդելավորման համար:

ԱՏՀ մոդելավորման միջոցով, տարբեր սցենարներով, որոշվել է Դեբեդ գետի հովտում ջրհեղեղումների վտանգավորության աստիճանները և ջրածածկման գոտիները, որոնք հիմք են հանդիսանում Դեբեդ գետի հովտում ջրհեղեղումների ռիսկերի գնահատմանը:

GIS MODELING OF THE FLOOD PHENOMENA IN THE DEBED RIVER BASIN

D.G. Arakelyan, S.A. Nahapetyan, B.G. Zakaryan. M.K. Mkrtchyan

Abstract

The GIS modeling of different flood processes and the danger of inundation in the basin of the Debed River are influenced by the provision of the river flow, potential damage of the Metsavan Reservoir and the possible blocking of the river bed by the Odzun landslide.

The study results for the river flow at 0.5, 1, 5, 10 and 25% levels of safety and maximum cost values, the speed of breaking of the dam and the flow rate calculation results for the case of damage of the Metsavan Reservoir and blocking of the river bed by the Odzun landslide, as well the topographic processing of the relief served as the basis for the GIS modeling of the hazard for the valley to be covered by water.

With the help of the GIS modeling and different developed scenarios it is possible to define the rates of hazard and water-inundated areas, which serve the basis for evaluation of possible flooding risks for the Debed River valley.

**ПРОЯВЛЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ АМПЛИТУДНО-ВРЕМЕННЫХ
ПАРАМЕТРОВ ВЫЗВАННОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ ПРИ
ПЕРИОДИЧЕСКОМ ВОЗБУЖДЕНИИ ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ
СРЕДЫ ОДНОПОЛЯРНЫМИ ПРЯМОУГОЛЬНЫМИ
ИМПУЛЬСАМИ ТОКА**

© 2013 г. А.К. Матевосян

*Институт геологических наук НАН РА
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения,
E-mail: arshak.matevosyan@yandex.ru
Поступила в редакцию 14.06.2013г.*

В статье на основании математического моделирования и численных расчетов для поляризующейся геоэлектрической модели представлен анализ поведения интегральных амплитудно-временных параметров вызванной поляризации при периодическом однополярно-импульсном изменении внешнего электрического поля. Выявленные закономерности проявления отмеченных параметров вторичного электрического поля создают необходимые предпосылки для объективной оценки возможностей и повышения эффективности электроразведочных исследований при решении различных прикладных геолого-геофизических задач.

В практике электроразведочных работ по методу вызванной поляризации (ВП) применяются следующие основные временные режимы измерений (Методические указания..., 1979; Комаров, 1980; Инструкция..., 1984; Электроразведка, 1989):

- одиночные прямоугольные импульсы постоянного тока (ОИ);
- периодические однополярные прямоугольные импульсы тока со скважностью 2 (ОПИ-2, при котором пауза между импульсами равна длительности импульсов);
- периодические разнополярные прямоугольные импульсы тока со скважностью 2 (РПИ-2);
- периодические разнополярные прямоугольные импульсы тока со скважностью 1 (РПИ-1, при котором переключение полярности производится без пауз – переменный “прямоугольный” ток).

В большинстве случаев поле вызванной поляризации измеряют в паузах между импульсами тока. В некоторых видах аппаратуры, снабженных стабилизаторами поляризующего тока, предусмотрена и прямая регистрация вторичного электрического поля во время пропускания тока.

Целью этой статьи является выявление закономерностей проявления вторичного электрического поля при исследованиях геоэлектрической среды методом ВП периодическими однополярными прямоугольными импульсами тока: изучение временных зависимостей поля ВП при пропускании тока и на спаде в процессе всего цикла измерений, а также анализ поведения интегральных амплитудно-временных параметров

(ИАВП) ВП (Матевосян, 2001¹) при таком временном режиме измерений. Настоящая статья является логическим продолжением работы (Матевосян, 2013), в которой представлено поведение ИАВП ВП при непрерывном разнополярном (знакопеременном) и однополярном периодическом изменении внешнего электрического поля.

В связи с этим особый интерес представляет рассмотрение возбуждения геоэлектрической среды однополярными периодическими прямоугольными импульсами тока со скважностью 2 (ОПИ-2) благодаря своей повышенной помехозащищенности измерений по сравнению с одиночными прямоугольными импульсами. Путем математического моделирования и численных расчетов вторичных электрических процессов поляризующейся геоэлектрической среды проанализированы основные особенности проявления ИАВП ВП и эффективность таких электрометрических исследований методом вызванной поляризации при данном временном режиме измерений.

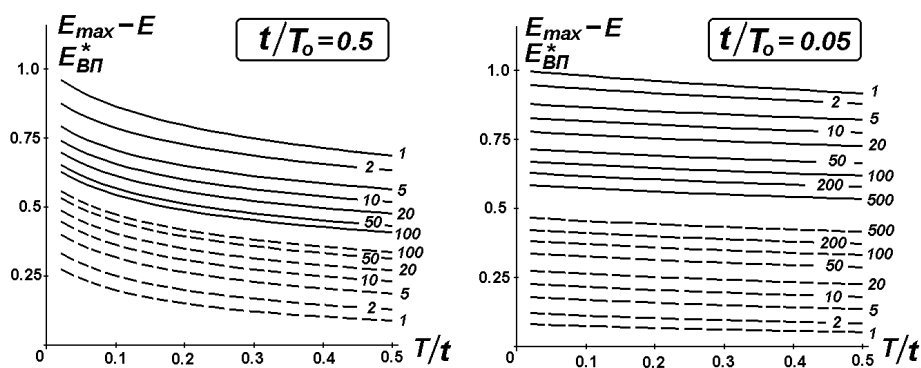


Рис. 1. Совмещенные графики временных зависимостей параметров вторичного поля $E_{\max} - E(T)$ при пропускании тока (сплошные линии) и $E_{\text{ВП}}^*(T)$ на спаде (пунктирные линии) нормированные по величине $E_{\max} - E_0$ за различные периоды (шифр кривых) однополярного прямоугольно-импульсного возбуждения электрического поля.

Представленные на рис.1 теоретические зависимости иллюстрируют динамику изменения параметров напряженности вторичного электрического поля при пропускании тока (в импульсе) и на спаде (в паузе) за различные периоды t для двух значений абсциссы максимума производной переходной характеристики ВП по десятичному логарифму времени T_0 (в частности, при $t=0.05$ с и $T_0=0.1$; 1 с, характеризующих ранние поляризационные процессы). Здесь E_0 – напряженность первичного электрического поля. Сопоставляя рассматриваемые параметры: временные изменения разности асимптотического ($E_{\max} - E_{\text{ВП}}^*$ – первичного и вторичного при предельной длительности возбуждения поля) и полного ($E(T) - E_{\text{ВП}}^*(T)$ – первичного и вторичного в момент времени T) $E_{\max} - E(T)$ в импульсе, с $E_{\text{ВП}}^*(T)$ в паузе за конкретный период, можно представить, как с увеличением длительности возбуждения электрического поля происходит сближение

значений указанных параметров, т.е. происходит “адаптация” геоэлектрической среды к периодически изменяющемуся внешнему воздействию – постепенный (достаточно продолжительный) переход ионопроводящей геоэлектрической среды в новое динамическое равновесное состояние. В итоге, при длительности возбуждения поля значительно превышающей T_0 (когда достигается установившийся динамический режим – насыщение процесса поляризации среды) и линейности ВП (ЛВП) приведенные кривые практически сливаются. Следует здесь особо подчеркнуть, что монотонное сближение и слияние отмеченных кривых характерно только при соблюдении ЛВП, в противном случае – при нелинейности вторичных процессов (НВП), слияние рассматриваемых зависимостей на протяжении всего временного интервала не происходит. Иными словами, при длительности возбуждения электрического поля значительно превышающей T_0 (на несколько порядков) за взятый конкретный период и при соблюдении линейности ВП, величина $E_{\max}-E(T)-E_{\text{ВП}}^*(T)$ практически постоянна и приближается к нулю.

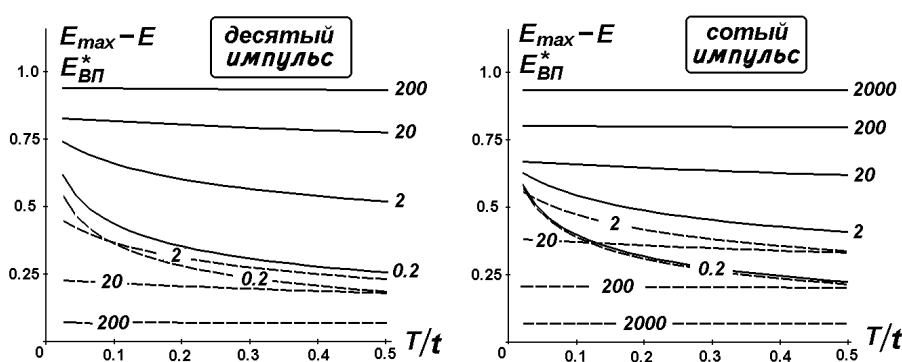


Рис. 2. Совмещенные графики временных зависимостей параметров вторичного поля $E_{\max}-E(T)$ при пропускании тока (сплошные линии) и $E_{\text{ВП}}^*(T)$ на спаде (пунктирные линии) нормированные по величине $E_{\max}-E_0$ во время десятого и сотого периодов (шифр кривых T_0/t) однополярного прямоугольно-импульсного возбуждения электрического поля.

Приведенные на рис. 2 изменения этих же параметров напряженности вторичного электрического поля получены за два фиксированных промежутка времени – десятый и сотый периоды, при различных значениях T_0 , характеризующего наблюдаемые структурно-текстурные особенности геоэлектрической среды (Методические указания..., 1979; Комаров, 1980; Электроразведка, 1989) в широком временном диапазоне изменения этого параметра (в частности, при $t=0.05\text{с}$ от $T_0=0.01$ до 10, 100с). Так, как следует из рис. 2, за конкретный произвольный период при $T_0=0.01$ и 0.1с кривые, характеризующие изменение напряженности вторичного электрического поля $E_{\max}-E(T)$ и $E_{\text{ВП}}^*(T)$ со временем T , монотонно убывают. С увеличением T_0 рассматриваемые временные зависимости постепенно выпрямляются (почти параллельны оси абсцисс), что связано тем обстоя-

тельством, что за такой относительно малый наблюдаемый временной интервал ($0.5T/t$) при больших значениях T_0 проследить изменение вторичного поля за время одного периода практически невозможно. На рис. 2 можно заметить, как с увеличением продолжительности внешнего электрического воздействия на среду в 10 раз (соответственно десятый и сотый периоды) при относительно больших значениях T_0 (в частности, $T_0=1$ и 10 с при $t=0.05$ с) параметры $E_{\max}-E(T)$ и $E_{\text{ВП}}^*(T)$ изменяются почти идентично.

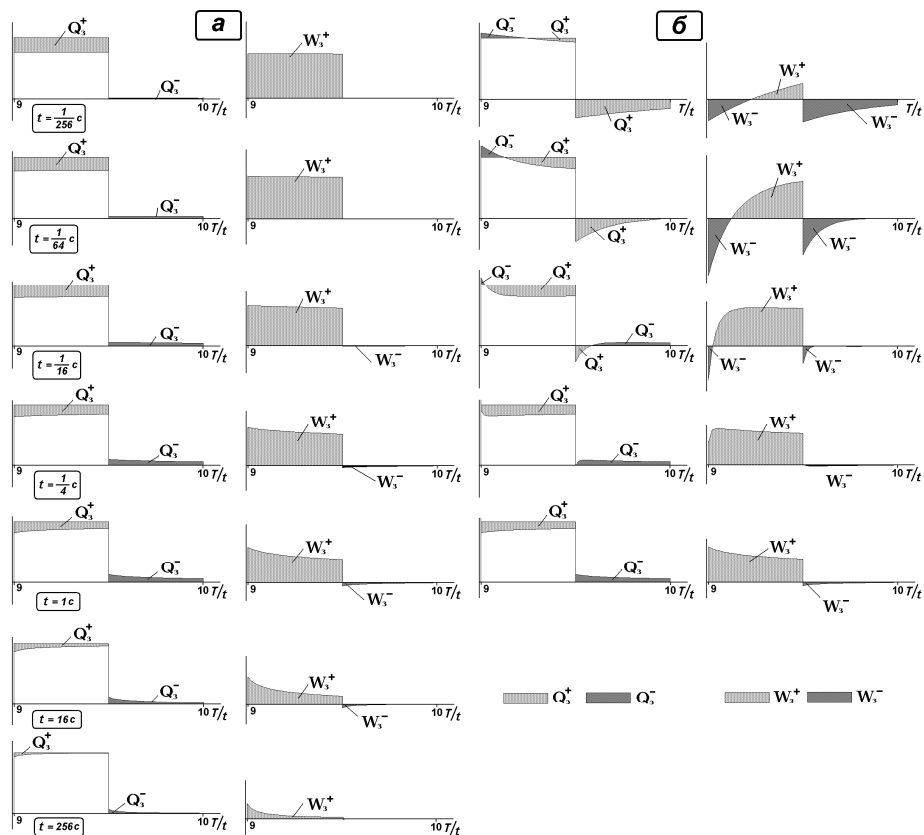


Рис. 3. Графическое представление интегральных амплитудно-временных параметров вызванной поляризации Q_3 и W_3 за десятый период однополярного прямоугольно-импульсного возбуждения электрического поля различной частоты при отсутствии (а) и в присутствии (б) индукционных процессов.

На рис. 3а,б показаны ИАВП ВП Q_3 и W_3 (Матевосян, 2001²) за десятый период при различных величинах периода колебаний t (нормированных по величине времени T_0) однополярного прямоугольно-импульсного возбуждения электрического поля при отсутствии (рис.3а) и в присутствии (рис.3б) индукционных процессов (при $t_0=0.003$ с – абсцисса максимума первой производной переходной характеристики индукционного поля по десятичному логарифму времени и $m=2$ – амплитудный коэффициент (Матевосян, 2011).

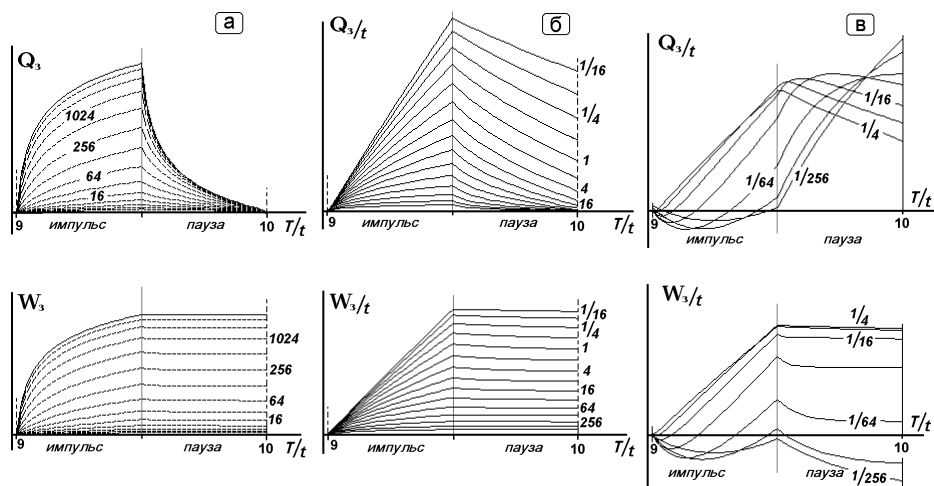


Рис. 4. Динамика изменения интегральных амплитудно-временных параметров вызванной поляризации Q_3 и W_3 за десятый период однополярного прямоугольно-импульсного тока (а), при их нормировании по периоду колебаний (б) и в присутствии индукционных процессов при малых величинах периода возбуждения (в). Шифр кривых – t/T_0 .

На рис. 4 представлены временные зависимости проявления интегральных амплитудно-временных параметров вызванной поляризации Q_3 и W_3 , а также Q_3/t и W_3/t (нормированных по величине времени воздействия – периода t) при ОПИ-2 за десятый период. С целью сопоставления изменения рассматриваемых параметров при различных t шкала времени (абсцисс) представлена отношением T/t (нормирована по величине периода колебаний).

Анализ приведенных зависимостей позволяет установить следующее:

- с увеличением периода t наблюдается увеличение амплитуды значений Q_3 , связанная с возрастанием вторичных поляризационных процессов за конкретный период: количеством переносимых зарядов в исследуемой геоэлектрической среде;
- величина нормированного параметра Q_3/t , в отличие от Q_3 , за рассматриваемый временной интервал (десятый период) с увеличением t уменьшается, что указывает на относительное уменьшение количества перемещаемых зарядов в единицу времени;
- судя по кривым Q_3 и Q_3/t , в начале и конце десятого периода ($T/t=9$ и 10) при малых величинах периодов (до $t/T_0 < 16$) наблюдается резко выраженное неустановившееся состояние поляризации, однако с увеличением t происходит постепенно убывающая поляризация среды в единицу времени, а при $t/T_0 \geq 16$ со значительным уменьшением количества переносимых зарядов в единицу времени практически достигается динамическое квазинасыщенное состояние поляризации среды;
- с увеличением t (с уменьшением частоты тока) за рассматриваемый период наблюдаются монотонное увеличение значений W_3

в импульсе и почти квазипостоянные (незначительное убывание) его проявления в паузе, связанные с расходом энергии на поляризационные процессы при пропускании тока и его практическом отсутствии на спаде;

- нормированный параметр W_3/t , в отличие от W_3 , за данный временной промежуток (десятый период) уменьшается с увеличением периода t , что свидетельствует об относительном уменьшении энергетических затрат в единицу времени на поляризацию среды.

Таким образом, при однополярном периодически импульсном возбуждении электрического поля выбор эффективного временного режима для обнаружения и исследования конкретного геологического объекта напрямую зависит от продолжительности пропускания тока (длительности зарядки), и не от периода колебаний. Поскольку такое периодическое возбуждение электрического поля при ОПИ-2 в два раза слабее одиночного импульса постоянного тока той же интенсивности (амплитуды) и продолжительности (Матевосян, 2001²), то для достоверного выявления и детального исследования хорошо поляризующихся массивных рудных тел (с учетом разбраковки ложных аномалий, связанных с вкрапленным оруженением) требуется более продолжительное пропускание электрического тока – на протяжении от нескольких десятков минут до нескольких часов. И не случайно, что такой способ внешнего электрического воздействия на практике не считается наиболее оптимальным при исследовании жильковых и массивных рудных объектов, однако в некоторых случаях не исключается, что при наличии соответствующей измерительной аппаратуры можно обеспечить требуемую высокую надежность, помехозащищенность и информативность полевых измерений.

ЛИТЕРАТУРА

- Инструкция по электроразведке. Л.: Недра, 1984, 352 с.
- Комаров В.А. Электроразведка методом вызванной поляризации. Л.: Недра, 1980, 391 с.
- Матевосян А.К. Интегральные амплитудно-временные параметры вызванной поляризации. Доклады НАН Армении, 2001¹, 101, № 1, с. 76-83.
- Матевосян А.К. Определение эквивалентного электрического воздействия по интегральным амплитудно-временным параметрам вызванной поляризации. Доклады НАН Армении, 2001², 101, № 2, с. 150-157.
- Матевосян А.К. Особенности проявления интегральных амплитудно-временных параметров вызванной поляризации в присутствии индукционных процессов. Доклады НАН Армении, 2011, 111, № 3, с. 280-287.
- Матевосян А.К. Особенности интегральных амплитудно-временных параметров вызванной поляризации при непрерывном периодическом изменении внешнего электрического воздействия. Изв. НАН Армении, Науки о Земле, 2013, 66, № 1, с. 48-55.
- Методические указания по применению электроразведочной станции СВП-74. – Л.И. Иоффе, В.А. Комаров, Г.Н. Михайлов, Л.С. Хлопонина, А.А. Смирнов. Ленинград: НПО "Геофизика", 1979, 141 с.
- Электроразведка. Справочник геофизика. М.: Недра, 1989, в двух книгах – 438 с. 378 с.

*Рецензенты О.П. Сергеев, К.М. Ермохин.
ЗАО "Теллур СПб"*

ՀԱՐՈՒՑՎԱԾ ԲԵՎԵՌԱՑՄԱՆ ԻՆՏԵԳՐԱԼ
ԱՄՊԼԻՏՈՒԴԱԺԱՄԱՆԱԿԱՅԻՆ ՉԱՓԱՆԻՇՆԵՐԻ
ԱՌԱՆՋՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՀՈՍԱՆՔԻ
ՄԵԿԲԵՎԵՐԱՆԻ ՈՒՂՂԱՆԿՅՈՒՆ ԻՄՊՈՒԼՍՆԵՐՈՎ
ԵՐԿՐԱԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՄԻՋԱՎԱՅՐԻ ՊԱՐԲԵՐԱԿԱՆ ԳՐԳՌՄԱՆ
ԴԵՊՔՈՒՄ

Ա. Կ. Մաթևոսյան

Ամփոփում

Հոդվածում բնեռացող երկրաէլեկտրական մոդելի համար կատարված մաթեմատիկական մոդելավորման և թվային հաշվարկներ հիման վրա ներկայացված է հարուցված բնեռացման ինտեգրալ ամպլիտուդաժամանակային չափանիշների վարքը պարբերական մեկբևեռանի իմպուլսային արտաքին էլեկտրական դաշտի փոփոխման դեպքում: Նշված երկրորդական էլեկտրական դաշտի չափանիշների արտահայտման պարզաբանված օրինաչափությունները ստեղծում են անհրաժեշտ նախադրյալներ տարբեր երկրաբանական իրավիճակներում արդյունավետ էլեկտրախուզական ուսումնասիրություններ կատարելու համար:

MANIFESTATION OF THE INTEGRAL AMPLITUDE-TIME PARAMETERS
OF THE INDUCED POLARIZATION UNDER THE PERIODIC
EXCITEMENT OF THE GEOELECTRICAL MEDIUM WITH DIRECT
CURRENT IMPULSES

A.K. Matevosyan

Abstract

This article presents an analysis of the behavior of the integral amplitude-time parameters of the induced polarization under periodic unipolar impulses of direct current of the external electric field based on the results of the mathematical modeling and the numerical calculations for the polarized geoelectrical model.

The revealed regularities of the manifestation of the noted parameters of the secondary electric field create the prerequisites for the objective estimation of the capabilities and for increased efficiency of the electrical prospecting in the solution of diverse geological and geophysical tasks.

ՆԻԿԵԼԻ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՈՒՄԸ
ՌԵՆՏԳԵՆԱՌԱԴԻՈԶԱՓԱԿԱՆ ԵՂԱՆԱԿՈՎ ՔՐՈՄԻ ԲԱՐՁՐ
ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ (ԱՄԱՍԻԱՅԻ ՇՐՋԱՆԻ
ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՕՐԻՆԱԿՈՎ)

© 2013 Ր. Ա. Ա. Թամրազյան, Լ. Վ. Հակոբյան

ՀՀ ԳԱԱ Ա. Նազարովի անվան Երկրաֆիզիկայի և
ինժեներային սեյսմաբանության ինստիտուտ
3115, Գյումրի, Վ. Սարգսյան փ., 5, ՀՀ
E-mail: artush.tamrazyan@mail.ru
Հանձնված է խմբագրություն 18.02.2013թ.

Հոդվածը նվիրված է նմուշում քրոմի առկայության դեպքում
BAPC-3 սարքով նիկելի ռենտգենառադիոչափական անալիզի մեթո-
դի մշակմանը:

Էտալոնային նմուշների վրա կատարված դիտարկումների ար-
դյունքում ուսումնասիրվել և գնահատվել է քրոմի ազդեցությունը
նիկելի ռենտգենառադիոչափական անալիզի տվյալների վրա և
առաջարկվել է եղանակ այդ ազդեցությունը հաշվի առնելու համար:
Առաջարկված եղանակով կատարված անալիզի ճշտությունը լրիվ
բավարարում է երկրաբանական նմուշարկման պահանջներին, որը
և հիմք է տալիս մշակված մեթոդը առաջարկել կիրառման Ամա-
սիայի հանքային դաշտում որոնողա-հետախուզական աշխատանք-
ներ իրականացնելիս:

Հայաստանի անկախացումից հետո նրա ընդերքի նկատմամբ
ձևավորվող նոր մոտեցումները թելադրում են վերագնահատելու և
վերաարժեքավորելու հանրապետության որոշ հանքավայրեր և նույ-
նիսկ առանձին հանքաերևակումներ: Այդ առումով որոշակի հետա-
քրքրություն է ներկայացնում նաև Ամասիայի հանքային դաշտի
հարավ-արևմտյան մասում տեղադրված Մեղրաշատի նիկել-
կոբալտ-մկնդեղի հիդրոթերմալ ծագման երևակումը (Геология
Армянской ССР, т. VI, Металлические полезные ископаемые, 1967):
Անցած դարի 60-70-ական թվականներին իրականացված երկրա-
բանահետախուզական աշխատանքների արդյունքում գնահատված
է, որ այդ հանքային դաշտն ունի արդյունաբերական նիկելի հան-
քավայրի նախանշաններ: Ներկայումս այդ հանքաերևակման հե-
ռանկարների գնահատման համար սպասվող աշխատանքների ար-
դյունավետությունը բարձրացնելու նպատակով անհրաժեշտ
ուսումնասիրությունների համալիրում իրենց տեղն ու դերը պետք է
ունենան երկրաֆիզիկական մեթոդները՝ մասնավորապես ռենտ-
գենառադիոչափական մեթոդը:

Հանքավայրերի որոնման, հետախուզման, ինչպես նաև արդյու-
նահանման և մշակման ժամանակ հանքանյութի նյութական կազմի
ուսումնասիրումը և օգտակար էլեմենտների պարունակության

որոշումը հիմնականում կատարվում է ծախսատար և աշխատատար երկրաբանական նմուշարկման ավանդական մեթոդներով՝ քիմիական անալիզի կիրառմամբ: Չնայած այդ մեթոդի խորը մշակվածությանը, նրանց կիրառությունը հնարավորություն չի տալիս օպերատիվ դեկավարել հանքավայրի հետախուզումն ու մշակումը: Այդ պատճառով ավելի արտադրողական և էժան ռենտգենառադիոչափական մեթոդի (ՌՌՄ) կիրառումը հանդիսանում է ժողովրդատնտեսական կարևոր և խիստ արդիական խնդիր: Մեթոդի կարևոր առանձնահատկություններից է նաև ուսումնասիրվող օբյեկտների լայն դիապազոնի ընդգրկումը՝ փոշու նմուշները, կերնը, հորատանցքերը, մերկացումները, փորվածքի պատերը և այլն:

Ամասիայի հանքային դաշտում ռենտգենառադիոչափական մեթոդը սկզբնական շրջանում կիրառել ենք փոշու նմուշներում նիկելի պարունակության որոշման համար:

Նմուշները վերցված են Մեդրաշատ և Գետափ տեղամասերից, որտեղ մկնդեղի ռեալգար և աուրիպիզմենտ հիմնական միներալների հետ լայն տարածված են նաև նիկել պարունակող բրավոիտը (նիկելային պիրիտը) և մարկագիտը, աննաբերգիտը և այլն: Նիկելը Գետափ տեղամասի հանքանյութում ներկայանում է սուլֆիդային և սիլիկատային տեսքով:

Սիլիկատային նիկելի հանքայնացումը սերտորեն կապված է ինտենսիվ սերպենտինիզացված հիպերբազիտների կոնտակտի հետ և ներկայացված է նիկելի ամորֆ սիլիկատային միներալների ներփակումներով, բներով և երակիկներով: Այդ միներալների (նումեիտ, ռեվդինսկիտ) առաջացումը գենետիկորեն կապված է գերհիմքային ապարների հոդմնահարման հետ: Այսինքն, նիկելի սկզբնաղբյուրը հանդիսանում են գերհիմքային ապարները: Խորքայնության մեծացման հետ սիլիկատային նիկելի դերը ընդհանուր պարունակության մեջ նվազում է, իսկ սուլֆիդայինը՝ աճում, հասնելով 1%-ից բարձր արժեքների:

Սերպենտինիզացված դունիտների հետ է կապված նաև քրոմի հանքայնացումը: Այսինքն, նիկելը և քրոմը, գենետիկորեն կապված լինելով գերհիմքային ապարների հետ, ամբողջ հանքավայրում ուղեկցում են իրար, ընդ որում քրոմի պարունակությունը տատանվում է լայն դիապազոնում: Նա հանդիպում է ապար կազմող միներալներում և կազմում է քրոմիտի առանձին երակներ և ներփակումներ:

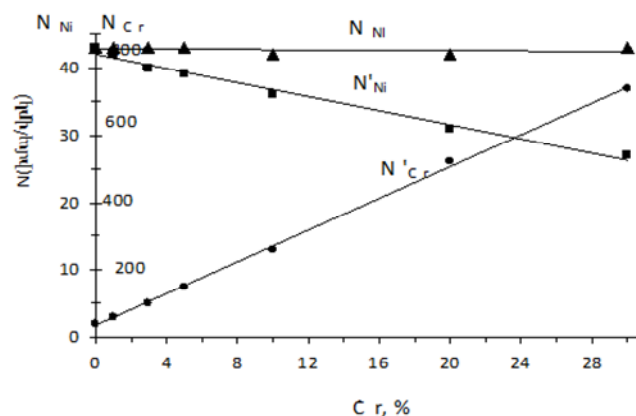
Հանքանյութում նիկելի և քրոմի պարունակությունների նման փոխհարաբերակցության դեպքում նիկելի ռենտգենառադիոչափական նմուշարկումը կապված է որոշ դժվարությունների հետ: Գիտենք, որ ցածր ատոմական կարգաթիվ տիրություն ($Z = 22 \div 28$) որևէ տարրի փոքր պարունակությունների որոշումը իրենից 2-3 ատոմական համար ցածր, բայց մեծ պարունակություն ունեցող տարրի առկայության դեպքում ոչ դիսպերս ռենտգենասպեկտրալ անալիզի բարդ խնդիրներից է (Очкуп А.П. и др., 1985): Դա պայ-

մանավորված է նրանով, որ անալիզի անհրաժեշտ զգայունակությունն ու ճշտությունը դժվար է ապահովել նախ՝ բարձր էներգետիկ թույլատրելիություն ունեցող համեմատական հաշվիչների բացակայության և, երկրորդ, ցածր ատոմական կարգաթիվ և մեծ պարունակություն ունեցող տարրի (մեր դեպքում Cr-ի) կողմից բարձր ատոմական կարգաթիվ ունեցող տարրի (Ni-ի) բնութագրիչ ռենտգենյան ճառագայթների ինտենսիվ կլանման պատճառով:

Նշվածից ակնհայտ է դառնում, որ նիկելի ռենտգենառադիոչափական անալիզի ժամանակ պետք է պարզել քրոմի ազդեցության չափը նիկելի նմուշարկման ճշտության վրա և մշակել մեթոդիկա այդ ազդեցությունը հաշվի առնելու համար:

Նիկելի նմուշարկման ժամանակ քրոմի ազդեցության էությունը պարզաբանելու նպատակով կատարվել են լաբորատոր ուսումնասիրություններ էտալոնային նմուշների վրա: Չափումներն իրականացվել են BAPC-3 ոչ դիֆրակցիոն ռենտգենյան անալիզատորի օգնությամբ, որտեղ նմուշից ստացված ճառագայթների լուսածորման (ֆլյուորեսցենցիա) գրանցումն իրականացվում է չորս սպեկտրոմետրիկ կանալների միջոցով՝ կառուցված դիֆերենցիալ դետեկտորների սխեմայով: Դիֆերենցիալ դետեկտորները ամենաէֆեկտիվ ձևով գրանցում են այն ճառագայթները, որոնց էներգիան ընկած է գոիչի և ճառագայթիչի կլանման եզրերի դիապազոնում: Աշխատանքային դիապազոնից դուրս գտնվող ճառագայթները գրանցվում են բավականին քիչ արդյունավետությամբ: Այսպիսի դետեկտորները զգալի առավելություն ունեն նման տիպի անալիզատորներում սովորաբար օգտագործվող դիֆերենցիալ գոիչների նկատմամբ:

Չափվող էտալոնային նմուշներում, հաստատուն պահելով նիկելի պարունակությունը (մոտ 0.1%), քրոմի պարունակությունը փոփոխվել է 0÷30% սահմաններում: Չափման արդյունքները ներկայացված են նկ.1-ում:



Նկ.1. էտալոնային նմուշներում քրոմի պարունակության փոփոխության ազդեցության գնահատումը նիկելի ռենտգենառադիոչափական անալիզի ժամանակ

Ինչպես երևում է նկ.1-ից, նմուշներում նիկելի հաստատուն պարունակության դեպքում նրա չափված բնութագրիչ ճառագայթների հոսքի N_{Ni} մեծությունը քրոմի պարունակության մեծացման հետ նվազում է: Այդ ազդեցությունը հաշվի առնելու և նիկելի բնութագրիչ ճառագայթների հոսքի ճշգրտված N_{Ni} մեծությունը հաշվելու համար առաջարկում ենք հետևյալ բանաձևը

$$N_{Ni} = N'_{Ni} + k_{Ni} \cdot N'_{Cr}, \quad (1)$$

որտեղ N'_{Ni} և N'_{Cr} - համապատասխան կանալներում նիկելի և քրոմի չափված բնութագրիչ ճառագայթների հոսքերն են, k_{Ni} - համեմատականության (կամ սպեկտրալ) գործակիցն է, որի մեծությունը որոշվել է հետևյալ բանաձևով

$$k_{Ni} = \frac{N'_{Ni} - N'_{Ni_0}}{N'_{Cr} - N'_{Cr_0}}, \quad (2)$$

որտեղ N'_{Cr_0} և N'_{Ni_0} - քրոմի և նիկելի բնութագրիչ ճառագայթների ֆոնային արժեքներն են ($q_{Cr} = 0, q_{Ni} = 0$):

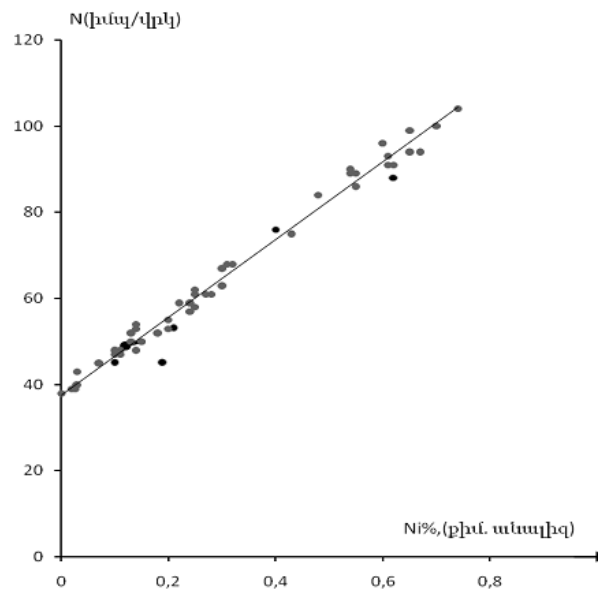
Առաջարկված եղանակով ուղղում մտցնելով քրոմի ազդեցության համար, այսինքն, նիկելի բնութագրիչ ճառագայթների ինտենսիվությունը հաշվելով (1) բանաձևով, վերջինիս (N_{Ni}) համար ստանում ենք հաստատուն կոր՝ զուգահեռ արագիսների առանցքին:

Էտալոնային նմուշների չափման ժամանակ համեմատականության գործակցի համար ստացել ենք $k_{Ni} = 0.024$ արժեքը: Ակնհայտ է, որ նմուշների պարփակող ապարների կազմի փոփոխության հետ կփոխվեն նաև քրոմի և նիկելի բնութագրիչ ճառագայթների ֆոնային արժեքները, որը և կրերի k_{Ni} -ի արժեքի փոփոխման: Մակայն էտալոնային նմուշների չափման արդյունքում ստացված $k_{Ni} = 0.024$ գործակիցը վստահորեն օգտագործել ենք Ամասիայի հանքային դաշտի իրական նմուշների անալիզի ժամանակ, որովհետև էտալոնային նմուշներում որպես պարփակող ապար (լցոն) օգտագործվել են հենց հանքային դաշտի մանրացված դատարկ ապարները:

Իսկ հետագա նմուշարկման աշխատանքները կատարելու նպատակով իրական էտալոնային կոր կառուցելու համար չափումներ ենք կատարել քիմիական անալիզի հայտնի տվյալներով նմուշների վրա՝ օգտագործելով քրոմի ազդեցության հաշվի առնման առաջարկված եղանակը: Էտալոնային գրաֆիկը ներկայացված է նկ.2-ում:

Ռենտգենառադիոչափական նմուշարկման և քիմիական անալիզի տվյալների համադրումը ցույց է տալիս, որ ՌՌՄ-ով նիկելի պարունակության որոշման միջին քառակուսային շեղումը կազմում է 0.029%, իսկ միջին քառակուսային հարաբերական շեղումը՝ 9.7%: Չափման այս ճշտությունը լրիվ բավարարում է երկրաբանական մեթոդներով (քիմիական անալիզի ներառումով) նմուշարկման պահանջներին (նիկելի պարունակության ուսումնա-

սիրված դասի համար քիմիական անալիզի հարաբերական սխալի թույլատրելի արժեքը 7-15% է), որը և հիմք է տալիս նիկելի ռենտգենառադիոչափական անալիզի վերը նշված մեթոդը առաջարկել Ամասիայի հանքային դաշտում որոնողա-հետախուզական և այլ հանքաբանական աշխատանքներ իրականացնելիս:



Նկ.2. Փոշու նմուշներում նիկելի ռենտգենառադիոչափական անալիզի էտալոնային գրաֆիկը

Ռենտգենառադիոչափական այս եղանակը արժևորվում է նաև իր բարձր էֆեկտիվությամբ՝ արագ է, էժան և հնարավոր է հանքանյութի նմուշարկումն իրականացնել նրա բնական տեղադրման պայմաններում:

Գ Ր Ա Կ Ա Ն ՈՒ Թ Յ ՈՒ Ն

Геология Армянской ССР, т. VI, Металлические полезные ископаемые. Ереван, Изд. АН Арм. ССР, 1967, 539 с.
Рентгенорадиометрический метод при поисках и разведке рудных месторождений. Под. ред. А.П. Очкура. Л., Недра, 1985, 256 с.

Գրախոսող՝ Ռ.Միրիջանյան

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НИКЕЛЯ
РЕНТГЕНРАДИОМЕТРИЧЕСКИМ СПОСОБОМ ПРИ ВЫСОКОМ
СОДЕРЖАНИИ ХРОМА (НА ПРИМЕРЕ РУДНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ РАЙОНА АМАСИЯ)**

А. А. Тамразян, Л.В. Акопян

Резюме

Рентгенорадиометрический анализ никелевых руд Амасийского рудного поля имеет специфические особенности, обусловленные их вещественным составом. Одной из основных особенностей является необходимость определения с высокой относительной точностью низких концентраций основного элемента (никеля) в присутствии элементов – примесей с близкими атомными номерами (хрома) с высокими переменными концентрациями.

Обеспечение необходимой точности и чувствительности анализа в этом случае затрудняется в связи с недостаточным энергетическим разрешением пропорциональных детекторов рентгеновского излучения и сильным поглощением характеристического рентгеновского излучения никеля атомами хрома.

Предлагаемый в статье способ учитывает вышеуказанные особенности и обеспечивает необходимую точность анализа.

**DETERMINATION OF NIKEL CONTENT BY THE X-RAY
RADIOMETRIC METHOD IN THE CASE OF HIGH CONTENT OF
CHROMIUM (BY THE EXAMPLE OF ORE DEPOSITS IN THE
AMASYA REGION)**

A. A. Tamrazyan, L. V. Hakobyan

A b s t r a c t

The X-ray radiometric analysis of the nickel ores of the Amasya Deposit has specific features determined by their material composition. One of the main features is the need to provide for high-rate relative accuracy of determining low concentrations of the main element (nickel) in the presence of admixture elements having similar atomic numbers (chromium) and variable high concentrations.

In such case, provision for required accuracy and sensitivity of the analysis is complicated in connection with insufficient energy resolution of proportional x-ray detectors and strong absorption by chromium atoms of the characteristic x-radiation of nickel.

The method proposed in the article takes into account the features above and provides for the required accuracy of the analyses.

ԵՎՍ ՄԵԿ ԱԿՆԱՐԿ ՍԵՅՍՄԻԿ ՎՏԱՆԳԻ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ

© 2013թ. Ս. Ս. Դարբինյան

“Երևանի Ճարտարապետության և Շինարարության Պետական Համալսարան”
0009, Երևան, Տեղյան փ., 105 ՀՀ
Հանձնված է խմբագրություն 12.07.2013թ.

Շենքերի և կառուցվածքների վրա ազդող սեյսմիկ բեռների մեծությունների որոշման հիմնահարցը ծայրահեղ բարդ է և ժամանակակից գիտելիքների չափանիշներով լրիվ որոշված չէ: Ներկա հոդվածի նպատակն է տալ այդ հարցի բարդության պատճառների վերլուծությունը, դրա հիման վրա գոնե ընդհանուր գծերով փորձել նկարագրել նրա լուծման հնարավորությունը, այդ թվում սեյսմիկ վտանգի բազմակողմանի հաշվառումը:

1. Մի քանի նախնական հասկացություններ:

Սեյսմիկ բեռները ուսումնասիրելու դեպքում կառուցվածքը և երկրակեղևը պետք է դիտարկվեն որպես միասնական մեխանիկական համակարգ: Ավելի ճիշտ կառուցվածքը պետք է համարել որպես երկրակեղևի մի մաս: Դա հատկապես դառնում է անհրաժեշտություն այնպիսի կառուցվածքների համար, ինչպիսին են մեծամասշտաբ լիցքերի կուտակումները, պատվարները, փորվածքները, որոնք սկզբունքորեն չեն տարբերվում բարձունքից և ձորից: Շենքերը նույնպես հանդիսանում են երկրի ռելիեֆի մի մաս չնայած նրան, որ նրանք իրենցից ներկայացնում են բազմակապ մարմիններ: Սեյսմիկ տատանումների տարածման օրենքների ուսումնասիրումը երկրի մակերևույթի վրա, որը լրացուցիչ բարդացված է կառուցվածքներով, իրենից ներկայացնում է արդի հիմնահարց: Եթե հաշվի առնենք նաև երկրակեղևի և կառուցվածքների անհամասեռությունը և դիտարկենք հնարավոր դեֆորմացիաները առաձգական սահմանից դուրս, ապա ավելի պատկերավոր կլինեն այն դժվարությունները, որոնք կանգնում են կառուցվածքների վրա առաջացող սեյսմիկ բեռների որոշման ճանապարհին: Հետևապես հիմնարար արժեք ունեն այն փորձարարական աշխատանքները, որոնք կապված են երկրաշարժի ժամանակ կառուցվածքների, նրանց տարրերի, հիմքի և մոտակայքում դեֆորմացիաների անմիջական չափումների հետ:

Դժբախտաբար այդպիսի գործիքային դիտարկումների քանակը շատ սահմանափակ է, իսկ եղածները հիմնականում վերաբերվում են թույլ երկրաշարժերին: Այսպես, անալիտիկ եղանակով սեյսմիկ տատանումների տարածման մոտավոր ուսումնասիրման մի քանի փորձ է արված պատվարների համար, բայց առանց ստացված արդյունքների մոտավորության գնահատման:

Խնդիրը էապես պարզեցվում է, եթե կառուցվածքի չափերը հատակագծում բավականաչափ փոքր են սեյսմիկ ալիքի երկարության

համեմատությամբ, որը մեծամասամբ լինում է իրականում: Այս դեպքում բավականին ճշգրիտ է համարվում ընդունելությունը այն մասին, որ շենքի տակ գետնի բոլոր կետերում տատանումները տեղի են ունենում միևնույն փուլում: Նման դեպքում շենքի և գետնի հպման տեղում սահմանային պայմանները բերվում են սահքի և հիմնատակի պտտման դեֆորմացիաների ուսումնասիրմանը հիմքի առաձգական հատկությունների հիման վրա: Հետևաբար լրիվ ընդունելի է դառնում այն մեթոդիկան, որը մշակված է շարժիչների տակ գտնվող հիմնատակերի հաշվարկի համար: Բայց այս դեպքում էլ հաշվի չի առնվում շենքերի տակ գրունտներում մնացորդային դեֆորմացիաները, որոնք կարող են առաջանալ ուժեղ տատանումների հետևանքով, ինչը հաճախակի դիտարկվել է ուժեղ երկրաշարժերի ժամանակ: Նման երևույթը շենքում բերում է լրացուցիչ լարվածային վիճակի: Այդ պատճառով հաճախակի մասնագետները գնում են խնդրի հետագա պարզեցման: Ընդունվում է, որ շենքը կոշտ ամրակցված է գետնին, այսինքն լրիվ անտեսվում է նրա ընկալելիությունն արտաքին գործոնների հանդեպ: Այս պայմանը բավականին ճիշտ է ժայռային հիմքերի համար, որի դեպքում սահմանափակվում են միայն շենքի դեֆորմացիաները առաձգական սահմաններում հաշվի առնելով: Բայց շատ դեպքերում անհրաժեշտ է լինում հաշվի առնել նաև շենքի դեֆորմացիաները առաձգական սահմանից դուրս, քանի որ նրանք բերում են սեյսմիկ բեռների զգալի փոքրացման:

2. Կառուցվածքների երկրաշարժերի հետ հանդիպման մասին: Ինչպես գիտենք, մոնումենտալ կառուցվածքները իրականացվում են հնարավորին չափ ամուր և նրանք ավելի երկարակյաց են: Այդ պատճառով նրանց ուժեղ երկրաշարժի հետ հանդիպման հավանականությունը բավականին մեծ է: Գործնականորեն կարելի է ընդունել, որ մոնումենտալ կառուցվածքը անպայման կհանդիպի ուժեղ երկրաշարժի հետ:

Այլ իրավիճակում են գտնվում սովորական կառուցվածքները: Ինչքան կարճ է տվյալ կառուցվածքի կյանքը և ինչքան հազվադեպ են տեղի ունենում ավերիչ երկրաշարժերը, այնքան փոքր է նրանց հանդիպման հավանականությունը: Այդ պատճառով ստացվում է այնպիսի տպավորություն, որ ինչքան կարճ է շենքի շահագործման ժամկետը և երկար է ավերիչ երկրաշարժի կրկնության ժամանակամիջոցը այնքան քիչ է հակասեյսմիկ միջոցառումների անհրաժեշտությունը: Այս տեսակետը ճիշտ է, երբ մենք դիտարկում ենք տվյալ որոշակի շենք: Բայց, քանի որ մարդը ապրում է տվյալ շենքի գոյությունից հետո էլ, ապա նա կկառուցի ուրիշ շենք նույն տեղում: Այդ երկրորդ շենքի շահագործման ժամկետը լրանալուց հետո մարդը կկառուցի նաև երրորդը և այսպես շարունակ: Հին շենքի քանդման և նորի կառուցման ժամանակահատվածը բավական կարճ է երկու ուժեղ երկրաշարժերի տեղի ունենալու ժամանակից, այդ պատճառով նշված ժամանակահատվածը կարելի է արհամարել,

այսինքն հաշվի չառնել: Հետևապես կարելի է եզրակացնել, որ եթե դիտարկենք ոչ թե տվյալ շենքը, այլ տվյալ տեղում կառուցված շենքը ընդհանրապես, ապա նրա հանդիպումը ուժեղ երկրաշարժի հետ գործնականում կարելի է համարել անխուսափելի: Այդպիսի պատկերացումը դառնում է ավելի հասկանալի հետևյալ տրամաբանությամբ: Ենթադրենք, որ սեյսմիկ վտանգավոր շրջանում կառուցված է տուն շուտ փչացող նյութից, այդ դեպքում ապրողը ստիպված է այն քանդելու հաճախակի և կառուցել նույն տիպի նոր տուն, ընդ որում նա այդ իրականացնում է կարճ ժամանակում: Մենք տեսնում ենք, որ բնակիչը ստիպված կիրառում է հակասեյսմիկ միջոցառումներ յուրաքանչյուր անգամ կառուցվող տան համար, առանց որևէ տան արժեքի էժանացման, դրանց գոյության կարճ ժամանակի պատճառով:

Ենթադրենք տվյալ շենքը քանդվել է երկրաշարժից, որից հետո կարճ ժամկետում նույն տեղում կառուցվել է նոր շենք: Պարզ է, որ այդ երկրորդ շենքի ուժեղ երկրաշարժի հետ հանդիպման հավանականությունը ավելի փոքր է քան երրորդ շենքինը և այլն: Այնպես որ տեսականորեն տվյալ շրջանում ավերիչ երկրաշարժից հետո կարելի է խոսել նյութական միջոցների տնտեսման մասին՝ հակասեյսմիկ միջոցառումների առումով: Իրականում կյանքը ցույց է տալիս հենց հակառակը: Երկրաշարժից հետո մարդիկ ավելի բարձր պահանջներ են դնում շենքերի սեյսմակայունության հարցում, ի նկատի ունենալով, որ առայժմ դժվար է խոսել ավերիչ երկրաշարժերի տեղի ունենալու օրինաչափությունների մասին: Նույնիսկ վիճակագրական իմաստով ընդունվում է այն տեսակետը, որ շենքը անպայմանորեն կհանդիպի ավերիչ երկրաշարժի հետ: Այս ընդունելությունը կատարվում է անկախ շինարարական տեխնոլոգիաների առաջընթացից, նոր, ավելի սեյսմակայուն, կոնստրուկցիաների մշակումից և այլն:

3. Մարդու ուժեղ երկրաշարժի հետ հանդիպման մասին: Ընդհանուր առմամբ մարդու և երկրաշարժի հանդիպման հիմնահարցը համարվում է ավելի վտանգավոր երևույթ, քան շենքի հանդիպումը երկրաշարժի հետ: Այս դեպքում ելակետ է ծառայում շատ կոպիտ գնահատականը, որը բավարար կարելի է համարել նշված նպատակների համար: Այսպես, ընդունենք, որ մարդու կյանքի տևողությունը a տարի է: Երկու նույն ուժգնության ավերիչ երկրաշարժերի միջև եղած միջակայքը՝ b տարի է: Այս դեպքում մարդու երկրաշարժի հետ հանդիպման հավանական D մեծությունը կարելի է մոտավոր ձևով ներկայացնել այսպես՝

$$D = \frac{a}{b} \quad (1)$$

Եթե $a < b$, ապա D -ի մեծությունը մոտ է հավանականությանը: Ենթադրենք, որ a -ի միջին արժեքը 70 տարի է: Գոյություն ունեցող մոտավոր տվյալներով 8-9 բալ ուժգնությամբ երկրաշարժերի կրկն-

ման ժամկետը տարբեր շրջաններում տարբեր է: Այսպես օրինակ Ֆերգանայում այն հավասար է 40 տարվա, Տաշքենդում 2000-4000 տարի, Հայաստանում՝ 60 տարի: Հետևապես Ֆերգանայում $D = \frac{70}{40} = 1,75$, Տաշքենդում՝ $D = \frac{70}{2000} = 0,035$, Հայաստանում՝ $D = \frac{70}{60} = 1,16$:

Ինչպես հետևում է մարդու ուժեղ երկրաշարժի հետ հանդիպման հավանականության մեծությունները, կախված շրջանից, խիստ տարբերվում են: Եթե օրինակ, Ֆերգանայի շրջանի բնակչի հանդիպումը իր կյանքի ընթացքում ուժեղ երկրաշարժի հետ հնարավոր է մոտավորապես երկու անգամ, ապա մյուս շրջանների համար հավանականությունը բնորոշվում է կանոնավոր կոտորակով, որոնց կոպիտ միջինացրած ձևով կարելի է ընդունել որպես հավանականություն p , երբ $a < b$, $D = p = \frac{a}{b}$: Կարող ենք գնահատել նաև մարդու երկրաշարժից զոհվելու հավանականությունը: Ենթադրենք վիճակագրական տվյալների հիման վրա ավերիչ երկրաշարժից մարդու զոհվելու հավանականությունը հայտնի է՝ $p = c$: Այդ դեպքում մարդու ավերիչ երկրաշարժի հետ հանդիպման և նրա զոհվելու հավանականությունը կոպիտ ձևով կարել է գնահատել՝ $p = c \cdot \frac{a}{b}$ (2)

Բերենք վիճակագրական մի քանի տվյալ ավերիչ երկրաշարժից մարդկային զոհերի քանակի մասին:

- | | |
|---------------------|------------------------|
| 1. 04. 06. 1679թ., | Հայաստան – 7600 մարդ |
| 2. 04. 04. 1905թ., | Հնդկաստան – 20000 մարդ |
| 3. 16. 12. 1920թ., | Չինաստան – 100000 մարդ |
| 4. 01. 09. 1923թ., | Ճապոնիա – 100000 մարդ |
| 5. 31. 08. 1968թ., | Իրան – 12000 մարդ |
| 6. 28. 06. 1976թ., | Չինաստան – 500000 մարդ |
| 7. 16. 09. 1978թ., | Իրան – 15000 մարդ |
| 8. 10. 11. 1980թ., | Ալժիր – 5000 մարդ |
| 9. 07. 12. 1988թ., | Հայաստան – 25000 մարդ |
| 10. 20. 06. 1990թ., | Իրան – 35000 մարդ |

Հարց է առաջանում, թե ինչքան փոքր պետք է լինի (2) բանաձևով հաշված թիվը, որ նա համարվի ընդունելի: Որպես ընդունելի հայտանիշ կարելի է համարել հետևյալը: Դիտարկենք մարդկանց զոհվելու հավանականությունները դժբախտ դեպքերից տարբեր երկրներում մեկ տարվա ընթացքում: Ասենք այդ հավանականություններն են $p_1, p_2, p_3 \dots$ եթե մեր ստացած p հավանակա-

նությունը չի գերազանցում $p_k - p_m$ տարբերություններից, ապա կարելի է համարել պայմանը ընդունելի: Բերված տվյալներով տեսնում ենք, որ որոշիչ նշանակություն ունի երկրաշարժի հանդիպումը մարդու հետ և ոչ թե շենքի հետ:

Այդ պատճառով կարծում ենք, որ որպես սեյսմիկ վտանգի չափանիշ ոչ թե պետք է վերցնել միայն շենքի կյանքի տևողության ու ավերիչ երկրաշարժերի կրկնության ժամկետի հարաբերությունը, այլ նաև կարելի է վերցնել մարդու կյանքի տևողությունն ու ավերիչ երկրաշարժերի կրկնողության ժամկետի հարաբերությունը: Ինչքան փոքր է այս հարաբերությունը տվյալ տեղանքի համար, այնքան այն ավելի անվտանգ է սեյսմիկ տեսանկյունից:

Գրախոսողներ՝ Ա. Նազարեթյան
Ռ. Միրիջանյան

О СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ

Дарбинян С.С.

Резюме

В статье рассматривается вопрос учета некоторых особенностей сейсмической опасности. В частности, подчеркивается важность особенностей встречи землетрясения с сооружениями и человеком. В итоге предлагается в качестве меры сейсмической опасности брать соотношение продолжительности жизни человека к сроку повторяемости сильного землетрясения. Это означает, что при оценке сейсмической опасности вместо срока жизни сооружения целесообразно брать срок продолжительности жизни человека. Приводятся некоторые примеры учета сейсмической опасности с этой позиции.

ABOUT THE SEISMIC HAZARD

S.S. Darbinayan

Abstract

In this article the problem of assessment of seismic hazard is considered. Particularly the importance of the peculiarity of earthquake meeting with the constructions and men is emphasized. In the result a new evaluation measure of seismic risk is taken, that is the ratio of the man's life longevity to the term frequency of the strong earthquake. It means that in the evaluation of seismic risk instead of the longevity of the construction the man's lifetime should be taken. Some examples of the assessment of seismic hazard from this point of view are brought.

ՈՒԺԵՂ ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԻ ՀԻՂՈՒՈԳԻԱԿԱՆ ՆԱԽԱՆՇԱՆՆԵՐԻ
ԱՌԱՆՁՆԱՑՄԱՆ ՄԵԹՈԴԻ ՆԵՐԴՐՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

© 2013 թ. Վ.Ն. Մանասյան, Ռ.Հ. Տեր-Մինասյան

Հայաստանի Հանրապետության արտակարգ իրավիճակների նախարարության
աշխատակազմի «Սեյսմիկ պաշտպանության ծառայություն» գործակալություն
0054 Երևան, Դավիթաշեն, 4-րդ թաղամաս, Ա. Միկոյան 109/8, ՀՀ

E-Mail: volman7@mail.ru

Հանձնված է խմբագրություն 10.06.2013թ.

2008 թվականից, Ռազմիկ Տեր-Մինասյանի մշակած մեթոդի հիման վրա, Հայաստանի Հանրապետության արտակարգ իրավիճակների նախարարության «Սեյսմիկ պաշտպանության ծառայություն» գործակալությունում սկսվել է ՀՀ գետերի դիտակետերի ջրի ելքերի անոմալ փոփոխությունների փորձարկումը որպես ուժեղ երկրաշարժի հիդրոլոգիական նախանշաններ: ՀՀ գետերի դիտակետերի ջրի միջին օրական ելքերի փոփոխությունների և երկրաշարժերի կատալոգի տվյալների ուսումնասիրությունն ու համեմատությունը հույս է ներշնչում, որ փորձարկվող հիդրոլոգիական մեթոդը կարող է կարևոր դեր ունենալ ուժեղ երկրաշարժերի ($M > 5.5$) կանխատեսման գործում:

Վերջին տասնամյակներում մեծ ուշադրություն է դարձվում հիդրոմետեորոլոգիական տվյալների ուսումնասիրմանը և կիրառմանը որպես երկրաշարժի հնարավոր նախանշաններ (Баласанян, 2004; Методы ..., 1984; Петросян, 2004; Տեր-Մինասյան, 2000; Christensen և ուրիշ., 1994): Դրանցից անհրաժեշտ է նշել դիտահորերում ջրի մակարդակների, մթնոլորտային ճնշման, գետերի դիտակետերի ջրի ելքերի և այլ տվյալները: Հատկապես լավ արդյունքներ է տալիս արդեն հիմնական նախանշաններից համարվող հիդրոերկրադինամիկական կայանների ջրի մակարդակների անոմալիաների կիրառումը, որի վերաբերյալ ներկայումս կան գիտական հետազոտությունների մեծ տարածում գտած արդյունքներ (Christensen և ուրիշ., 1994): Բայց այդ կայանները դեռևս քիչ են, իսկ նորերի ստեղծումը պահանջում է բավականին մեծ ծախսեր: Մնացած տվյալների վերաբերյալ նույնպես որոշ հետազոտողներ ստացել են բավարար արդյունքներ (Методы..., 1984; Петросян, 2004; Տեր-Մինասյան, 2000), բայց հետազոտությունները հիմնականում շարունակվում են:

Դեռ 1984թ. ճապոնացի նշանավոր գիտնական Խիբոսի Վակիտան (Методы..., 1984) գրել է, որ ջրի մակարդակը հորերում, այդ թվում նաև գազանավթային հորերում, լճերում ու գետերում, երկրաշարժի ժամանակ կրում է թռիչքաձև փոփոխություններ: Հայտնի է, որ լիթոսֆերային սալերի ակտիվ բլոկները իրար մոտենում կամ հեռանում են աստիճանաբար, տարեկան մի քանի սանտիմետր արագությամբ, հետևաբար որոշակի փոփոխություններ տեղի են ունենում նաև երկրաշարժից առաջ ու հետո: Երկրակեղևի այն մա-

սում, որտեղ տեղի է ունենում ակտիվ բլոկների սեղմում, ստորերկրյա ջրերը բարձրանում են վերև և ավելացնում մակերևութային ջրերը մասնավորապես, մեծացնում գետերի հոսքը, իսկ երկրակեղևի այն մասում, որտեղ, ակտիվ բլոկների միմյանցից հեռանում են, տեղի է ունենում հակառակ երևույթը:

Գետերի դիտակետերը Հայաստանի Հանրապետությունում դիտահորերի հետ համեմատած սկսել են գործել շատ ավելի վաղ՝ 1920-ական թվականներից, անհամեմատ ավելի շատ են և ընդգրկում են Հանրապետության համարյա ողջ տարածքը, ջուր են ստանում իրենցից վերև գտնվող ողջ ջրահավաք ավազանից, ինչպես նաև ավելի խոր հորիզոններից: Հետևաբար, եթե բավականաչափ ճշտորեն հաշվի առնվեն գետերի հոսքի ստորերկրյա բաղադրիչների փոփոխությունները, այսինքն հաշվի առնվեն անձրևաջրերը, հալոցքաջրերը, ինչպես նաև ջրառումներն ու ջրթափումները, որում էլ հենց կայանում է հիմնական դժվարությունը հատկապես գարնանային ու աշնանային ամիսներին, ապա դրանց ջրի էլքերի անոմալիաները ավելի հուսալիորեն կարտացոլեն մեծ տարածքներում ստորերկրյա ջրերի մակարդակների անոմալիաները:

Մանրամասնորեն ուսումնասիրելով Սպիտակի 1988թ. դեկտեմբերի 7-ի երկրաշարժին նախորդող տարիներին ՀՀ գետերի ընտրված, համեմատաբար ներկայացուցչական 15 դիտակետերի ջրի էլքերի փոփոխությունները, աշխարհագրական գիտությունների թեկնածու Ռազմիկ Տեր-Մինասյանը մշակել է մեթոդ գետերի ջրի էլքերի անոմալիաններով երկրաշարժերի հիդրոլոգիական նախանշանների անջատման համար, որը փորձարկվել է 1946-1988թթ. ժամանակահատվածում Հանրապետությունում տեղի ունեցած երկրաշարժերից համեմատաբար նշանակալից 6 երկրաշարժերի, այդ թվում նաև Սպիտակի երկրաշարժի համար, տվել բավարարար արդյունքներ, ապա հրատարակվել և արտոնագրվել:

2000թ. մեթոդը քննարկվել է Հայպետհիդրոմետի գիտխորհրդի նիստում, որի հիման վրա Հայպետհիդրոմետը ծրագիր է ներկայացրել Սեյսմիկ պաշտպանության ծառայություն, հեղինակի մասնակցությամբ մասնակիորեն փոփոխված այդ մեթոդը փորձարկելու, լրամշակելու ու ներդնելու համար, որի ծախսերը նախատեսվել են 75000 ԱՄՆ դոլլար: Բայց համապատասխան ֆինանսական միջոցներ չլինելու պատճառով աշխատանքներ չեն կատարվել:

2007թ. «ՍՊԾ» գործակալության գիտատեխնիկական հետազոտությունների բաժնի գլխավոր մասնագետ Վոլոդյա Մանասյանը և Ռազմիկ Տեր-Մինասյանը գործակալությունում անցկացրել են համատեղ սեմինար, որի հիման վրա նպատակ է դրվել Հայպետհիդրոմետի ամենօրյա տեղեկագրում ՀՀ գետերի տեղեկատվական դիտակետերի 8⁰⁰ և 20⁰⁰ դիտաժամերի համար տրվող ջրի էլքերով ու եղանակային պայմաններով փորձել որոշել այդ դիտակետերի ջրի

ելքերի անումալ փոփոխությունները և դրանք օգտագործել որպես ուժեղ երկրաշարժի նախանշաններ:

Դրա համար անհրաժեշտ էր ունենալ նշված տվյալները նաև նախորդ 12 ամիսների համար: Բավականին երկար տևած բանակցությունների արդյունքում Հայպետհիդրոմետում համաձայնեցին «ՄՊԾ» գործակալություն փոխանցել ամենօրյա տեղեկագիրը, ինչպես նաև գետերի տեղեկատվական դիտակետերի ջրի ելքերի տվյալները 2007թ. անցած ամիսների համար: Ավելի ուշ՝ 2009թ. հոկտեմբերից Հայպետհիդրոմետում համաձայնեցին փոխանցել նշված տվյալները նաև ոչ աշխատանքային օրերի համար: Այդ ձևով 2007թ. ստեղծվեց և ներկայումս համալրվում է ՀՀ գետերի տեղեկատվական դիտակետերի ջրի ելքերի տվյալների բազան:

Տեղեկատվական դիտակետերի քանակը աստիճանաբար ավելանում է: 2007թ. ՀՀ գետերի տեղեկատվական դիտակետերի թիվը եղել է 24, 2008թ. հունիսից՝ 26, 2009թ. ապրիլից՝ 29, 2010թ. հուլիսից՝ 30, իսկ 2011թ. ապրիլից՝ 47: Միաժամանակ առանձին դիտակետերում արդեն տեղադրվել են ավտոմատ սարքեր, որոնք մեծ հաճախականությամբ որոշում են ջրի ելքը և տվյալները հաղորդում երկրի արհեստական արբանյակի վրա տեղադրված սարքին, բացառելով դիտորդի հնարավոր սխալները: Համապատասխան թույլատվություն ունեցող անձիք կարող են ցանկացած ժամանակ ստանալ այդ տվյալները: Հավանաբար ոչ հեռու ապագայում տեղեկատվական դիտակետերը կլինեն ավելի շատ, ավելի ներկայացուցչական և կունենան ավտոմատ սարքեր, որը մեծ չափով կբարձրացնի տվյալների ճշտությունը:

Տեղեկատվական դիտակետերի մեծ մասից վերև ջրառումներն ու ջրթափումները հիմնականում կատարվում են ըստ պլանների, ունեն որոշակի օրինաչափություն և ներկայումս կարելի է մոտավորապես ընդունել հաստատուն: Բայց առանձին դիտակետերում, մասնավորապես Քասախ գետի Հարթավան, Հրազդան գետի Երևան, Որոտան գետի Տաթև ՀԷԿ դիտակետերում ջրի ելքերի հաճախակի կրկնվող զգալի, իսկ երբեմն նաև խիստ կտրուկ փոփոխությունները ըստ համեմատությունների ու լրացուցիչ տվյալների ուսումնասիրության պայմանավորված են որոշակի օրինաչափություն չունեցող, փոփոխական ջրառումներով, ջրթափումներով ու արտադրվելիք էլեկտրաէներգիայով: Հետևաբար այդ դիտակետերի տվյալներով կատարվող հաշվարկների արդյունքները դիտարկվող խնդրի համար պետք է հաշվի առնվեն վերապահումով կամ անտեսվեն: Բացի այդ որոշ դիտակետերի տվյալներ կասկածելի են (օրինակ Գորիսգետ գ.-Գորիս դ.), իսկ առանձին դիտակետերի վրա մարդածին ազդեցությունները շատ մեծ են, թեկուզ ոչ հաճախակի և ոչ կտրուկ փոփոխություններով (օրինակ Որոտան գ.-Որոտան դ.), որոնց հետևանքով ակնհայտ դեպքերում կարող են ընդհանրապես կամ առանձին ամիսների համար վերապահումով հաշվառվել կամ անտեսվել նաև այլ դիտակետերի տվյալներ: Իսկ

շատ փոքր գետերի ջրի էլքերի փոփոխությունները համեմատելիս պետք է ուշադրություն դարձնել նաև դրանց չափաքանակներին:

Հետազոտությունների ընթացքում հեղինակի գիտությամբ փոփոխություններ ու լրամշակումներ են կատարվել հնարավոր ուժեղ երկրաշարժի հավանական էպիկենտրոնի նախանշանի անջատման եղանակում, որի վերաբերյալ փոփոխություն էր կատարվել նաև Հայպետհիդրոմետի ներկայացրած ծրագրում և (Ресурсы..., 1973)-ի հիման վրա կազմվել ՀՀ գետերի տեղեկատվական դիտակետերի տարեկան ստորերկրյա հոսքի գործակցի արժեքների աղյուսակը: Ընդ որում, ներկայումս ՀՀ ԱԲՆ Հիդրոմետի տեղեկագրում տրվող 33 գետերի 47 տեղեկատվական դիտակետերից 26-ի համար տարեկան ստորերկրյա հոսքի գործակցի արժեքները որոշված են, դրանք վերցվել են պաշտոնական հրատարակություններից, իսկ մնացածների համար ընտրվել են հիդրոլոգիական տեսակետից անալոգ հանդիսացող դիտակետերի արժեքներ: Միաժամանակ դիտացանցերի և տեղեկատվության վերլուծության բաժնի հետ կազմվել է ՀՀ գետերի տեղեկատվական դիտակետերի և երկրակեղևի խզվածքների նախնական սխեմատիկ քարտեզը:

2007թ. հոկտեմբերի առաջին կեսին, երբ անսպասելիորեն ու զգալիորեն բարձրացան Նոյեմբերյան, Շիրակամուտ, Կարճաղբյուր և այլ հիդրոերկրադինամիկական կայանների ջրի մակարդակները ու դիտվեցին ակներև անոմալիաներ, իսկ Մեյսմիկ պաշտպանության ծառայությունում հայտարարվեց «հատուկ իրադրություն (բայց երկրաշարժ չի գրանցվել), զգալիորեն մեծացան նաև Փամբակ, Աղստև, Ազատ, Արփա և Էլեգիս 5 գետերի 6 տեղեկատվական դիտակետերի ջրի էլքերը՝ էական անձրևների բացակայության դեպքում: Հոկտեմբերի 16-17-ին տեղացած անձրևների հետևանքով դիտակետերի մեծ մասում՝ այդ թվում նաև նշված դիտակետերում, ջրի էլքերը մեծացան, ապա աստիճանաբար նվազեցին մոտավորապես հասնելով հոկտեմբերի 1-ի չափաքանակներին, բայց առանձին դիտակետերում, մասնավորապես Փամբակ գետի Թումանյան և Ազատ գետի Գառնի դիտակետերում ջրի էլքերը մնացին զգալիորեն մեծ: Զգալիորեն բարձր մնաց նաև Նոյեմբերյան դիտահորի ջրի մակարդակը իր սեզոնային մակարդակից: Դա ևս մեկ անգամ հաստատում է այն փաստը, որ գետերի դիտակետերի ջրի էլքերի անոմալիաները որոշակի ձևով արտացոլում են ստորերկրյա ջրերի մակարդակների անոմալիաները և ուժեղ երկրաշարժի համար կարող են հանդիսանալ կարևոր նախանշաններ:

2008թ. հունվար ամսից, երբ արդեն կուտակվել էին նախորդ 12 ամիսների տվյալները, Ռ. Տեր-Մինասյանի մեթոդի, Հայպետհիդրոմետի ներկայացրած ծրագրի ու կատարված հետազոտությունների հիման վրա սկսվել է ՀՀ գետերի տեղեկատվական դիտակետերի ջրի էլքերի անոմալ փոփոխությունների դիտարկումը՝ որպես ուժեղ երկրաշարժի նախանշաններ:

Յուրաքանչյուր ընթացիկ ամսվա սկզբին անջատվել է այդ ամսում հնարավոր ուժեղ երկրաշարժի հավանական էպիկենտրոնի նախանշանը (կազմվել են նախնական մեթոդական ցուցումներ): Դրա համար ամսվա սկզբին յուրաքանչյուր տեղեկատվական դիտակետի համար ՀՀ ԱԻՆ Հիդրոմետի տեղեկագրի տվյալներով հաշվված նախորդ ամսվա միջին օրական ելքերի (Q_{0i} , մ³/վրկ) գումարը բաժանելով օրերի քանակի (N) վրա հաշվվում է նախորդ ամսվա միջին ամսական ելքը ($Q_i = \sum Q_{0i}/N$) և բաժանելով բազմամյա միջին ամսական ելքի (Q_{ni} -վերցվում է ՀՀ ԱԻՆ Հիդրոմետի տեղեկագրի գետերի տվյալներից) վրա որոշվում է մոդուլային գործակցի արժեքը ($K_i = Q_i/Q_{ni}$), ապա գումարելով նախորդ 12 ամիսների մոդուլային գործակցի արժեքները և բազմապատկելով տարեկան ստորերկրյա հոսքի գործակցի (α) արժեքով, որոշվում է մի ֆունկցիայի արժեք, որը մեթոդի հեղինակն անվանել է ստորերկրյա հոսքի ջրաբանական գործակից ($G_i = \alpha \sum K_i = \alpha (\sum K_{i-1} - K_{Pi} + K_i)$, որտեղ K_{Pi} -ն նախորդ տարվա նույն ամսի մոդուլային գործակցի արժեքն է, իսկ $\sum K_{i-1}$ -ը հաշվվում է նախորդ ամսում՝ G_{i-1} -ը որոշելիս):

Այնուհետև որոշվում են նախորդ ամսվա համեմատ ստորերկրյա հոսքի ջրաբանական գործակցի արժեքների բացարձակ մեծությամբ փոփոխությունները ($T_i = |G_{i-1} - G_i| = \alpha |K_{Pi} - K_i|$, որտեղ մնացած գումարելիները տարբերության երկու կողմերում նույնն են և կրճատվում են): Դրանցից ամենամեծ անոմալ փոփոխությունը անջատվում է որպես ընթացիկ ամսում հնարավոր ուժեղ երկրաշարժի հավանական էպիկենտրոնի նախանշան, դիտակետի գտնվելու բնակավայրի համար: Այսինքն, փաստորեն հավանական էպիկենտրոն է ընդունվում այն դիտակետը, որի մոդուլային գործակցի արժեքի և ստորերկրյա հոսքի գործակցի արժեքի արտադրյալը 12 ամիսների ընթացքում կրում է ամենամեծ անոմալ փոփոխությունը, կամ այլ ձևակերպմամբ՝ երկրակեղևի ուսումնասիրվող տարածքի այն կետը, որի տակ կուտակված պոտենցյալ էներգիայի T_i ֆունկցիայի տեսքով արտահայտված համեմատական չափանիշը մեկ տարվա ընթացքում կրում է ամենամեծ անոմալ փոփոխությունը:

Բացարձակ մեծությամբ ամենամեծ փոփոխություն ունեցող դիտակետի մոդուլային գործակցի, միջին ամսական ելքի և մոտակա օդերևութաբանական կայանի տեղումների ու ջերմաստիճանների արժեքները համեմատվում են շրջակա դիտակետերի համապատասխան արժեքների հետ: Կարելի է համեմատել նաև բազմամյա ու նախորդ տարվա նույն ամսվա համապատասխան արժեքների հետ (եթե կան) և հաշվի առնել հնարավոր այլ լրացուցիչ տվյալներ ու տեղեկություններ: Եթե T_i -ի ամենամեծ լինելը ակնհայտորեն ու անմիջակորեն պայմանավորված է անձրևներով, ձնհալով ու մարդածին ազդեցություններով, դիտարկվում է T_i -ի հաջորդ մեծ արժեքն ունեցող դիտակետը:

2008-2012թթ. ՀՀ տարածքում ուժեղ ($M > 5.5$) երկրաշարժ չի գրանցվել: Թույլ երկրաշարժերի կանխատեսումն անօգուտ է և շատ

ավելի դժվար, գործնականում հավանաբար անհնար: Այդ ընթացքում մոտ 1600 գրանցվածներից ՀՀ տարածքում միայն տասնվեցն են ունեցել $M > 3$ ուժ: Համեմատաբար մեծ՝ 3.8 մագնիտուդ ուժ է ունեցել Գառնու 2009թ. հունիսի 18-ի երկրաշարժը, էպիկենտրոնի $\varphi = 40.23$, $\lambda = 44.82$ կոորդինատներով: 2012թ. նախնական մեթոդական ցուցումների համաձայն այդ ամսին որպես հնարավոր ուժեղ երկրաշարժի հավանական էպիկենտրոն է ընդունվում Գառնի բնակավայրը, որի համապատասխան կոորդինատներն են՝ 40.12, 44.73; Ակնհայտ է, որ համապատասխան կոորդինատները բավականաչափ մոտ են միմյանց: Բավականաչափ մոտ են միմյանց նաև Գառնիի 2008թ. ապրիլի 18-ի $M = 3.3$ ուժի երկրաշարժի էպիկենտրոնի համապատասխան կոորդինատները ըստ կատալոգի և ըստ հաշվարկների: Դա հույս է ներշնչում, որ փորձարկվող հիդրոլոգիական մեթոդը կարող է կարևոր դեր ունենալ 5.5-ից մեծ մագնիտուդով երկրաշարժերի, այսինքն ուժեղ երկրաշարժերի կանխատեսման գործում:

Նշված բոլոր մեծությունների արժեքները գրանցվել են համաձայն աղյուսակներում ու պահվել հետագա հաշվարկներում ու համեմատություններում օգտագործելու համար: Որոշակի տարիներ հաշվելով այդ մեծությունների արժեքները, կարելի է ստանալ բազմամյա միջին արժեքներ, որը ավելի հուսալի կդարձնի դրանց փոփոխությունների ու անոմալիաների գնահատումը:

Դրանից հետո կատարվել են աշխատանքներ ընթացիկ ամսում հնարավոր ուժեղ երկրաշարժի հավանական ժամանակի նախանշանը անջատելու համար: Յուրաքանչյուր օր մանրամասնորեն ուսումնասիրվել և համեմատվել են ՀՀ ԱԻՆ Հիդրոմետի տեղեկագրում տրվող տեղեկատվական դիտակետերի ջրի ելքերի նախորդ օրվա 8^{00} և 20^{00} դիտաժամերի տվյալները, դրանց կիսագումարով հաշվվել միջին օրական ելքերը (Q_{0i}) և վերլուծվել փոփոխությունները տեղումների ու ջերմաստիճանների հաշվառմամբ, մեծ ուշադրություն հատկացնելով հավանական էպիկենտրոնի և դրան համեմատաբար մոտ գտնվող երկրակեղևի խզվածքների հակադիր կողմերի դիտակետերի ջրի ելքերի փոփոխություններին: Եթե հավանական էպիկենտրոնում և դրա շրջակա գետերի տեղեկատվական դիտակետերի մի մասում դիտվեք ջրի միջին օրական ելքերի անձրևներով, ձնհալով ու մարդածին ազդեցություններով չպայմանավորված անոմալ աճ, իսկ մյուս մասում անոմալ նվազում, կամ հակառակը, ապա ըստ մեթոդի կնդունվեք, որ առաջիկա 2-5 օրերի ընթացքում հավանական էպիկենտրոնում հնարավոր է ուժեղ երկրաշարժ: Բհարկե, նախօրոք այդպիսի անոմալիաների մասին տեղյակ կպահվեք դեկավարությունը և դրանք անպայմանորեն կհամեմատվեին դիտահորերի ջրի մակարդակների ու այլ հիմնական նախանշանների փոփոխությունների ու անոմալիաների հետ:

Բայց առայժմ այդպիսի անոմալիաներ չեն եղել: Ընդհանրապես ցանկացած տեղեկատվական դիտակետի ջրի ելքի էական փոփո-

խության դեպքում տեղումների ու ջերմաստիճանների, շրջակա դիտակետերի տվյալների համեմատությամբ, ինչպես նաև նախորդ տարիների ու լրացուցիչ տվյալների ուսումնասիրությամբ ու հաշվառմամբ եզրակացվել է, որ դրանք անոմալ փոփոխություններ չեն և ուժեղ երկրաշարժ չի սպասվում: Դա հաստատվում է նաև երկրաշարժերի կատալոգի տվյալներով՝ այդ ժամանակահատվածում Հանրապետությունում ուժեղ երկրաշարժ չի գրանցվել:

Այդպիսի անոմալիաներ ի հայտ գալու դեպքում փորձ է արվելու հրատարակված մեթոդում տրված եղանակի հիման վրա որոշել նաև հնարավոր ուժեղ երկրաշարժի հավանական ուժը: Ընդ որում այդ եղանակի կիրառելիության վերաբերյալ հարցերը ներկայումս հեղինակի կողմից վերանայվում են:

Հետագա մանրամասն հետազոտությունները կարող են բացահայտել նոր, ավելի ցայտուն օրինաչափություններ, կամ ճշգրտել բերված ցուցանիշները:

Եզրակացություններ.

1. Առանձին տեղեկատվական դիտակետերի, ինչպես օրինակ Քասախ գետի Հարթավան, Հրազդան գետի Երևան և Որոտան գետի Տաթև ՀԷԿ դիտակետերի ջրի ելքերի հաճախակի կրկնվող զգալի, իսկ երբեմն նաև խիստ կտրուկ մարդածին փոփոխությունների պատճառով դրանց տվյալները պետք է հաշվի առնվեն վերապահումով կամ անտեսվեն, որովհետև դրանք հիմնականում պայմանավորված են որոշակի օրինաչափություն չունեցող ջրառումներով, ջրթափումներով ու արտադրվելիք էլեկտրաէներգիայով: Օրինաչափությունները խախտող ակնհայտ մարդածին ազդեցությունների դեպքում կարող են ընդհանրապես կամ առանձին ամիսների համար վերապահումով հաշվառվել կամ անտեսվել նաև այլ դիտակետերի տվյալներ: Բայց ցանկացած դիտակետի ջրի ելքի էական փոփոխության դեպքում տեղումների ու ջերմաստիճանների, շրջակա դիտակետերի տվյալների համեմատությամբ, ինչպես նաև լրացուցիչ տվյալների ուսումնասիրությամբ պետք է հնարավորինս համոզվել դրա անձրևներով, հալոցքաջրերով, մարդածին ազդեցություններով պայմանավորված կամ անոմալ փոփոխություն լինելում:

2. Տեղեկատվական դիտակետերի ջրի միջին օրական ելքերի փոփոխությունների և երկրաշարժերի կատալոգի տվյալների ուսումնասիրությունն ու համեմատությունը հաստատել է, որ հետազոտությունների ընթացքում ուժեղ երկրաշարժ չի սպասվել և չի գրանցվել:

3. Հետազոտության ողջ ընթացքում բավականին ակներև անոմալիաներ եղել են, ինչպես արդեն նշվել է, միայն 2007թ. հոկտեմբերին, որոնք դիտվել են նաև ՀՀ գետերի 6 տեղեկատվական դիտակետերում և համապատասխանել հիդրոերկրադինամիկական կայանների ջրի մակարդակների անոմալիաներին: Սա ևս մեկ անգամ հաստատում է այն փաստը, որ գետերի դիտակետերի ջրի ելքերի

անումալիաները որոշակի ձևով արտացոլում են ստորերկրյա ջրի մակարդակների անումալիաները և ուժեղ երկրաշարժի համար կարող են հանդիսանալ կարևոր նախանշաններ:

4. 2012թ. կազմված նախնական մեթոդական ցուցումների համաձայն բավականաչափ ճիշտ են որոշվում 2008-2012թթ. ՀՀ տարածքում գրանցված համեմատաբար մեծ՝ $M=3.8$ ուժ ունեցող երկրաշարժի էպիկենտրոնի կոորդինատները: Դա հաստատում է այն կարծիքը, որ փորձարկվող հիդրոլոգիական մեթոդը կարող է կարևոր դեր ունենալ ուժեղ երկրաշարժերի ($M>5.5$) կանխատեսման գործում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Баласанян С. Ю., Назаретян С. Н., Амирбекян В. С. Сейсмическая защита и ее организация. Гююмри, “Эльдорадо”, 2004, 434с.
- Карпетян Н.К. Сейсмогеодинамика и механизм возникновения землетрясений Армянского нагорья. Ереван, Изд. АН АрмССР, 1990, 264с.
- Методы прогноза землетрясений, их применение в Японии (под редакцией Т. Асада). М.: Недра, 1984, 321с.
- Петросян Г. П. Тестирование и прогноз землетрясений. Ереван, Изд. “Сурп-сер”, 2004, 158с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР, (под редакцией А. П. Муранова). М., Гидрометеиздат, 1973. т.9, вып.2, 471с.
- Տեր-Մինասյան Ռ.Հ. Գետերը երկրաշարժի կանխագուշակ: Երևան. ՀՀ ԳԱԱ Տեղեկագիր, Գիտություններ երկրի մասին, LIII, N1-2, 2000, էջ 114-121:
- Christensen O. W., Vartanian G. S., Cosk E. Hydrogeological measurement of regional volume strain down to 3 kilometers depths. 9-th International Seminar on Earthquake Prognostics. 1994, San Jose, Costa Rica.

Գրախոսող՝ Ա.Առաքելյան

О ВНЕДРЕНИИ МЕТОДА ВЫДЕЛЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДВЕСНИКОВ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

В.Н. Манасян, Р.О. Тер-Минасян

Резюме

С 2008 года, на основе метода разработанного Размиком Тер-Минасяном, в агентстве «Служба сейсмической защиты» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Армения началось испытание аномальных изменений расходов воды наблюдательных пунктов рек РА, как гидрологических предвестников сильных землетрясений. Исследование и сравнение данных изменений среднесуточных расходов воды наблюдательных пунктов рек РА и каталога землетрясений все-ляют надежду, что испытанный гидрологический метод может сыграть важную роль в деле прогнозирования сильных ($M>5.5$) землетрясений.

ON THE IMPLEMENTATION OF THE METOD OF IDENTIFICATION OF HYDROLOGIQAL PRECURSORS OF STRONG EARTHQUAKES

V.N. Manasyan, R.H. Ter-Minasyan

Abstract

Since 2008, based on the method developed by Razmik Ter-Minassian, the Agency "Survey for Seismic Protection" of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Armenia began the testing of abnormal changes of the water flow of the observation points of the rivers of Armenia, as hydrological precursors of strong earthquakes. The analysis and comparison of the mean daily changes of water consumption of the observation points of the rivers of Armenia and the earthquake catalog inspire hope that the tested hydrological method may play an important role for prediction of strong ($M > 5.5$) earthquakes.

КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ СЕРИЦИТОВ ЗАНГЕЗУРСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (АРМЕНИИ)

© 2013 г. М.А.Арутюнян

Институт геологических наук НАН РА,
375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна 24а, Республика Армения

E-mail: marah@geology.am

Поступила в редакцию 12.06.2013

Целью настоящей статьи являлось выделение характерных кристаллохимических характеристик серицитов рудно-метасоматических формаций Зангезурского рудного района, что должно способствовать более точной интерпретации конкретных проявлений метасоматоза. Установлено, что гидротермальным вторичным кварцитам присущи высококремнистые ($\text{Si} \geq 3,63$ ф.е.) иллиты с высоким дефицитом К в межслоевой позиции (до 0,6 ф.е.), с минимальными значениями $\text{Al}^{\text{IV}} - 0,24-0,35$ ф.е. ($\text{Al}^{\text{VI}} - 1,50-1,70$ ф.е.), политипная модификация 2M1. Филлизитам, сопровождающим жильно-прожилковые образования кварц-молибденит-халькопиритовой, кварц-молибденитовой, кварц-халькопиритовой стадий, соответствуют собственно иллиты, ($\text{Al}^{\text{IV}} - 0,40-0,55$, $\text{Al}^{\text{VI}} - 1,52-1,94$ ф.е.), с разной степенью гидратации, представленные политипом 2M1 или смесью 2M1+1M. Аргиллизитам, сопутствующим кварц-пиритовой стадии, – гидрослоды с высоким содержанием фенгитового компонента от 0,37 до 0,7 ($\text{Al}^{\text{IV}} - 0,55-0,98$, $\text{Al}^{\text{VI}} - 1,21-1,52$ ф.е.), политип 1M. Каждый этап эндогенного серицитообразования в этом ряду, на фоне возрастающей роли воды, характеризуется доминированием определенных летучих: в серицитах вторичных кварцитов преимущественно фиксируется Cl (при сравнительно низких значениях P_2O_5 , CO_2 и SO_3), в филлизитовых – кроме Cl, P_2O_5 , CO_2 и SO_3 появляется F, в серицитах аргиллизитов преобладают CO_2 и SO_3 .

Выделенные для гидротермальных вторичных кварцитов высококремнистые иллиты, отличаются от иллитов, регламентированных Номенклатурным комитетом Международной минералогической ассоциации, повышенным дефицитом К в межслоевой позиции. В ряду изоморфных замещений мусковит – лейкофиллит высококремнистые иллиты заполняют место между иллитами и лейкофиллитами, значительно расширяя поле собственно гидротермальных серицитов.

Серицит (сводное название тонкодисперсных диоктаэдрических калиевых слоистых силикатов) – важный типоморфный минерал метасоматических изменений, сопровождающий процессы рудообразования (Омельяненко и др. 1982). Изучение и выявление типоморфных особенностей серицитов, образование которых связано с процессами кислотного выщелачивания и рудоотложения (вторичные кварциты, грейзены, разные фации гидротермальных метасоматитов), имеет важное значение для установления генетической природы измененных пород и выявления характерных признаков проявления рудообразующих гидротермальных процессов. Особенно актуально это для установления формационной принадлежности гидротермальных метасоматитов, поскольку большей частью, все серицитолиты на месторождениях автоматически принято относить к филлизитовым изменениям.

В Зангезурском рудном районе (ЗРР) вышеуказанные метасоматические процессы (Карамян и др. 1987) связаны с проявлениями гранитоидного магматизма верхний эоцен-нижнего миоцена, формирующими Мегринский плутон и малые интрузии Баргушата, и отмечаются как в пределах интрузивных образований, так и во вмещающих вулканогенно-осадочных отложениях эоцена.

Проведенные ранее исследования серицитов вторичных кварцитов, грейзенизированных и околорудных пород разных стадий минерализации медно-молибденовых и золото-сульфидных месторождений, были сосредоточены на определении их политипии (Карамян и др., 1980); проводились изотопно-геохронологические К-Аг (Багдасарян и др., 1968, 1985) и Rb-Sr исследования (Мелконян и др., 2010). Выяснение химического состава серицитов (за исключением серицитов кварц-молибденит-халькопиритовой ассоциации Дастакертского медно-молибденового месторождения осталось вне интересов исследователей (Карамян и др., 1980).

В настоящей статье, которая посвящена изучению собственно кристаллохимии серицитов и выделению типоморфных особенностей химического состава слюд, использован материал, задействованный при определении политипии минералов (Карамян и др., 1980), дополненный данными по химическому составу серицитов Агаракского рудного поля (зоны гидротермально измененных пород с.с.Карчеван, Курис и собственно месторождения).

Ниже приводится краткая геолого-петрографическая характеристика серицитизированных пород отмеченных выше метасоматических формаций.

Серициты грейзенизированных пород. Продукты постмагматической ранней кислотной стадии метасоматического выщелачивания (Карамян и др., 1987), проявляющиеся турмалинизацией и серицитизацией пород (монцонитов, гранодиоритов), в пределах ЗРР распространены ограничено. Известные участки проявления – Аревис, Ванк-Калер, Аткиз, Мазмазак. Наиболее крупный выход – на участке Аревис 0,5 км².

Грейзенизированные породы Ванк-Калера сложены кварцем, который составляет до 55% породы, остальные – турмалин, плагиоклаз, биотит, магнетит, серицит. На участке Аревис, где интенсивнее развиты процессы серицитизации, кроме отмеченных минералов в чешуйчатом агрегате серицита отмечаются пирит, халькопирит и изредка молибденит. Серицит, политипной модификации 2M₁, разъедает выделения турмалина, представленного шерлом со значительной примесью дравитового компонента. (Карамян и др., 1980).

Серициты вторичных кварцитов представляют собой продукт предрудного кислотного выщелачивания (Карамян и др., 1987). Гидротермальные вторичные кварциты ЗРР образуют протяженные (до 2 км) зоны мощностью до 150 м, которые маркируют зоны крупных разрывных нарушений. По совокупности кварц-серицитовой и монокварцевой фаций в соответствии с классификацией Г.М.Власова и М.М.Василевского (1964)

они отнесены к семейству глубинных галогенно-кислотных (Арутюнян и др., 2007). Характерной особенностью вторичных кварцитов является отсутствие четко проявленной зональности и преобладающее развитие пород монокварцевых фаций; породы кварц-серицитовая фация значительно уступают им по мощности; основной минерал в них – кварц, серицит составляет до 50% (Карамян и др., 1980) объема породы. Кроме пирита, в них встречаются апатит, иногда единичные зерна рутила, корунда, диаспора, алунита. При переходе вторичных кварцитов из интрузивных пород в вулканогенные, в кварц-серицитовых породах появляется андалузит.

Высокие температуры образования вторичных кварцитов, полученные методом декрипитации – 500-520⁰, косвенно подтверждаются почти полным выносом калия из пород наряду с основными петрогенными элементами (Карамян и др., 1987). Это явление отмечено В.С.Смирновым (1969) при прохождении галоидных растворов через породы в высокотемпературных условиях. Слабое проявление зональности во вторичных кварцитах свидетельствует о выдержанном интервале стабильности Р–Т параметров и условий щелочности-кислотности, что можно объяснить лишь значительным, гипабиссальным уровнем глубинности (Арутюнян и др., 2007).

Большинство серицитов вторичных кварцитов представлены политипной модификацией 2М₁(Нор-Аревик, Каджаран, Ала-Гюней), серициты вторичных кварцитов Личка – 2М₁ с примесью 1М (Карамян и др., 1980).

Серициты околорудных метасоматитов. Серицитовые метасоматиты сопровождают довольно растянутый во времени процесс рудообразования на месторождениях медно-молибденовой и золото-сульфидной формаций. В соответствии с хронологическими взаимоотношениями рудных ассоциаций, на медно-молибденовых месторождениях серицитизация сопутствует прожилково-жильным образованиям кварц-молибденитовой, кварц-молибденит-халькопиритовой, кварц-халькопиритовой, кварц-пиритовой и кварц-полиметаллической стадий (Казарян, 1959; Карамян и др., 1963; Карамян, 1969, 1974; Шипулин и др., 1975); на Тейском золото-сульфидном месторождении – кварц-пиритовой, кварц-пирит-халькопиритовой и кварц-карбонат-полиметаллической стадий (Карамян и др., 1974; Амирян, 1984).

На медно-молибденовых месторождениях ореол серицитизации вокруг жильно-прожилковых образований отмеченных парагенетических ассоциаций наиболее характерен для кварц-халькопиритовых прожилков, где он отмечается при максимальной мощности до 4-5см, с преобладанием в породе кварца (Казарян, 1983); вдоль кварц-молибденит-халькопиритовых жил серицит появляется в участках обогащенных халькопиритом. Переход кварц-серицитовых пород во вмещающие происходит через кварц-серицит-ортоклазовые и ортоклаз-биотит-серицит-альбитовые породы, характерные для филлизитового типа изменений (Lowell and Guilbert, 1970; Титли и др., 1984; Кривцов и др., 1986).

Верхний предел температуры гомогенизации газовой-жидких включений в кварце кварц-серицитовых метасоматитов выше 400⁰ С (Шипулин и др., 1975; Пашков, 1975); в жильном кварце кварц-халькопиритовой стадии – в интервале 360-280⁰ (Маданян, 1985). Серицит представлен поли-типной модификацией 2М₁, реже смесью 2М₁+1М с преобладанием 2М₁ (Карамян и др., 1980).

При мощности до 10см, но с большей плотностью развития серицита, до 65-70%, кварц-серицитовые породы с вкрапленностью пирита отмечаются вокруг кварц-пиритовых прожилков, и, в меньшей степени, кварц-полиметаллических жил медно-молибденовых и золото-сульфидных месторождений (Карамян 1974; Карамян и др., 1987; Казарян, 1984; Амирян, 1984). Метасоматическая колонка представлена следующей сменой зон: кварц-серицитовые породы – кварц-серицит-карбонатные – каолинит-(серицит)-карбонатные – ортоклаз-хлорит-каолинит-карбонатные породы. Из сквозных минералов в кварц-серицит-карбонатных породах отмечается адуляр, из аксессуаров присутствует рутил (Карамян, 1974; Казарян, 1984). Существенно серицитовые породы развиты в ореоле “сухих” без кварца (Казарян, 1984), пиритовых прожилков. Ранними исследованиями (Казарян и др. 1974, 1984; Шипулин и др., 1975) породы кварц-серицит-карбонатного состава были отнесены к березитам. Взаимоотношения этих пород с каолиновыми изменениями, получившими широкое развитие в пределах медно-молибденовых месторождений не всегда могут быть интерпретированы однозначно, поэтому серициты этих пород с долей условности рассматриваются как аргиллитовые.

Гомогенизация газовой-жидких включений в кварце кварц-серицитовых метасоматитов, светлоокрашенном сфалерите и карбонате, происходит в интервале 210-140⁰С (Маданян, 1985; Амирян, 1984). Политип – 1М (Карамян и др., 1980).

Место формирования кварц-серицитовых метасоматитов в метасоматической колонке. Процессы кислотного выщелачивания, с сопряженной с ними серицитизацией пород, различаются масштабами и интенсивностью развития метасоматических процессов, равно как и характером развития отдельных зон метасоматической колонки. Соотносительно к общему объему метасоматитов породы кварц-серицитовой фации, занимающие внутреннюю часть метасоматической колонки вторичных кварцитов, грейзенов, аргиллизитов и филлизитов, занимают незначительное место. Во фронтальной части метасоматической колонки, в породах переходных ко вмещающим, метасоматические зоны имеют гораздо большую мощность. Здесь действуют процессы диффузионного метасоматоза и химический состав серицита этих зон отражает особенности избирательного замещения первичных минералов породы. В тыловой части метасоматической колонки, где формируются кварц-серицитовые породы, химический состав серицитов в соответствии с известными представлениями Д.С.Коржинского (1969), должен отражать

особенности инфильтрационного характера метасоматических процессов.

Химический состав и кристаллохимия серицитов. Макроскопически агрегаты серицита характеризуются розовато-желтоватой (серициты вторичных кварцитов и филлизитов) и серой (серициты аргиллизитов) окрасками и шелковистым блеском. Изучение оптических свойств серицита вследствие тонкодисперсности чешуек затруднено: $N_g \approx 1,581-1,589$, $N_p \approx 1,553-1,561$. Двупреломление в связи с эффектом агрегирования также определяется приближенными значениями: $N_g - N_p \approx 0,023-0,030$.

Исследования посвященные выяснению политипии и кристаллохимии серицитов, сопутствующих рудной минерализации, на месторождениях медно-молибден порфировой (Beaufort and Meunier, 1983; Parry W.T. et al., 1984, 2002), полиметаллической, а также ураноносных формаций (Омельяненко и др., 1982, 1988; Дриц и др., 1991), показали, что они представлены чаще всего иллитами политипных модификаций 1Md, 1M, 2M₁, изредка мусковитами политипа 2M₁ (Beaufort and Meunier, 1983). Изучение характера серицитов на медно-порфировых месторождениях (Beaufort and Meunier, 1983; Parry et al., 1984, 2002) были сосредоточены на выделении особенностей слюд аргиллит-филлизитовых изменений в разных парагенетических ассоциациях минералов при рассмотрении околопрожилковой и общей зональности месторождений. Эти исследования показали изменчивость химического состава иллитов в отношении содержаний межслоевых катионов и тетраэдрического Si (рис.1), а также фенгитового компонента и смешанно-слойных пакетов (Parry et al., 2002).

Серициты гидротермальных метасоматитов ЗРР (табл. 1) по основным рекомендованным характеристикам (Bailee et al., 1984), соответствуют минеральной разновидности иллит или гидрослюдам иллитового состава. Вместе с тем, в сравнении с опубликованными данными по иллитах, обнаруживаются куда более значительные вариации содержаний SiO₂, Al₂O₃, MgO, Fe₂O₃, K₂O. В немалой степени это обусловлено тем, что в рассматриваемой совокупности серицитов кроме слюд аргиллит-филлизитовых изменений рассматриваются серициты вторичных кварцитов и грейзенизированных пород.

Наибольшие вариации содержаний характерны для SiO₂ – 58,18-48,54мас.%, с максимальными значениями в серицитах вторичных кварцитов (при дисперсии 1,42), и низкими в серицитах аргиллизитов при дисперсии 3,47 (табл.1). От серицитов вторичных кварцитов через филлизитовые, к аргиллитовым увеличиваются содержания MgO, K₂O, в меньшей степени Fe₂O₃. Максимальные содержания Al₂O₃ обнаруживают серициты филлизитовой группы и оруденелых грейзенов Аравуса. Значения сумм минералообразующих окислов, закономерно понижаются от серицитов вторичных кварцитов 95,34 мас.% к серицитам аргиллизитовых изменений – 91,04 мас.%. В этом же направлении понижаются содержания Cl от 0,76 до 0,20 мас.%, и напротив увеличиваются содержания CO₂ от 0,20 до 0,44 мас.% и SO₃ от 0,15 до 0,61мас.%. В серицитах грейзенизированных пород отмечаются повышенные содержания В.

Табл.1

Химический состав и кристаллохимические формулы серицитов

	Вторичные кварциты	Грейзенизированные породы		Филлизиты	Аргиллизиты
	I	II		III	IV
	n = 10	n=1	n=1	n = 9	n = 10
SiO ₂	58,18 (1,32)	58,04	55,30	54,50 (1,56)	48,54 (3,47)
TiO ₂	0,27 (0,17)	0,11	0,36	0,30 (0,15)	0,44 (0,26)
Al ₂ O ₃	25,12 (1,07)	25,50	31,10	27,51 (2,96)	24,84 (1,40)
Fe ₂ O ₃	1,90 (1,40)	1,90	2,02	1,71 (0,88)	3,16 (0,65)
FeO	0,83 (0,72)	0,85	0,48	0,99 (0,78)	2,07 (0,65)
MnO	0,03 (0,02)	0,005	–	0,08 (0,08)	0,11 (0,11)
MgO	1,96 (0,77)	3,01	1,82	1,83 (0,07)	4,13 (1,54)
CaO	0,36 (0,27)	0,27	–	0,45 (0,25)	0,45 (0,34)
Na ₂ O	0,43 (0,05)	2,00	0,06	0,6 (0,58)	0,41 (0,24)
K ₂ O	4,81 (0,68)	5,10	5,30	6,40 (0,74)	6,90 (1,50)
Сумма	95,34	96,79	96,88	93,49 (3,47)	91,04 (3,47)
H ₂ O ⁺	0,10 (0,05)	0,07	0,07	0,18 (0,03)	0,14 (0,10)
Cl	0,68 (0,21)	0,28	н.о.	0,28 (0,07)	0,20 (0,10)
F	н.о.	н.о.	н.о.	0,17 (0,05)	0,03 (0,05)
P ₂ O ₅	0,09 (0,03)	0,08	0,13	0,11 (0,13)	0,09 (0,03)
CO ₂	0,21 (0,05)	0,22	0,87	0,25 (0,15)	0,44 (0,23)
SO ₃	0,25 (0,65)	0,05	2,15	0,54 (0,20)	0,61 (0,36)
Si	3,72 (0,05)	3,67	3,52	3,55 (0,03)	3,36 (0,15)
Al ^{IV}	0,24 (0,05)	0,33	0,48	0,44(0,06)	0,69 (0,15)
Al ^{VI}	1,62 (0,06)	1,56	1,77	1,68 (0,14)	1,40 (0,16)
Ti	0,01 (0,007)	<0,01	0,02	0,014 (0,003)	0,02 (0,004)
Fe ³⁺	0,145 (0,06)	0,09	0,09	0,08 (0,04)	0,16 (0,03)
Fe ²⁺	0,04 (0,02)	0,045	0,02	0,05 (0,05)	0,11 (0,03)
Mn	<0,01 (0,003)	<0,01	–	<0,01 (0,003)	<0,01(0,004)
Mg	0,18 (0,07)	0,28	0,17	0,18 (0,05)	0,42 (0,15)
Ca	0,03 (0,02)	0,05	–	0,03 (0,01)	0,04 (0,02)
Na	0,05 (0,02)	0,24	0,06	0,06 (0,02)	0,05 (0,03)
K	0,41 (0,07)	0,41	0,43	0,54 (0,05)	0,61 (0,15)
Na+K+Ca	0,49 (0,05)	0,70	0,49	0,63 (0,05)	0,71 (0,11)
K _{Fe} ³⁺	0,08 (0,03)	0,05	0,05	0,05 (0,02)	0,10 (0,02)
Mg+Fe ²⁺	0,22 (0,07)	0,32	0,19	0,24 (0,12)	0,53 (0,14)
IC	0,54 (0,05)	0,72	0,52	0,70 (0,07)	0,97 (0,08)

Примечание: в скобках рядом со средними значениями дано стандартное отклонение; IC – величина общеслоевого заряда; $K_{Fe}^{3+} = Fe^{3+} / Fe^{3+} + Al^{VI}$.

В I-ом столбце объединены серициты – Каджаранского Си-Мо м-ия, Личка, Нор-Аревика, Ала-Гюнея; в II-ом – Ванк-Калера и Аревиса; в III-ем – Агарацкого, Каджаранского, Дастакертского Си-Мо м-ий, Шор-джурского р-ия, (по Дастакерту – данные Карамяна и др., 1980); в IV-ом столбце – Каджаранского и Агарацкого Си-Мо м-ий, Тейского Аи-сульфидного м-ия, гидротермальных пиритовых зон Карчевана и Куриса.

Анализы выполнены в хим. лаб. ИГН НАН РА, аналитик Б.А. Талиашвили. Определения Cl – Б.А.Талиашвили и С.В.Мкртчян.

Колебания содержаний минералообразующих окислов в пределах выделенных групп серицитов (табл. 1) происходят в довольно ограниченных интервалах и при довольно низких дисперсиях: наибольшие отклонения обнаруживают Al_2O_3 и SiO_2 , содержания которых сопровождаются значительными дисперсиями; для Al_2O_3 особенно в группе филлизитовых серицитов – 2,96, а SiO_2 в группе аргиллизитов. – 3,47. Показательны значения дисперсий сумм минералообразующих окислов, с наибольшими величинами в серицитах филлизитов и аргиллизитов – 3, 47, при низкой величине во вторичных кварцитах – 0,76. Значительный интерес представляют отклонения от средних содержаний Na_2O , как в высокотемпературных серицитах, где их высокие содержания могут объясняться наличием парагонитовой молекулы, так и в низкотемпературных серицитах с суммой минералообразующих окислов 85,06 (Курис), где скорее всего среди смешанно-слоистых пакетов наличествуют Na–монтмориллониты.

Пересчет химических анализов слюд проводился в расчете на отрицательную валентность анионного каркаса, равную 22 на половину содержания ячейки. Соответственно данным химического анализа средние значения формульного коэффициента при Si в серицитах вторичных кварцитов от 3,81, через филлизитовые, уменьшаются до 3,02 в серицитах аргиллизитов; в этой последовательности возрастают значения Al^{IV} от 0,24 до 0,69 (при уменьшении Al^{VI} – от 1,62 до 1,40), суммы межслоевых катионов (за счет калия) от 0,49 до 0,71, фенгитовой составляющей ($Mg+Fe^2$) от 0,22 до 0,53.

На диаграмме распределения серицитов аргиллит-филлизитовых изменений медно-порфировых месторождений (Parry et al., 2002) в координатах K+Na – Si (в ф. е.), на которую сведены и серициты гидротермальных метасоматитов ЗРР (рис.1), последние сдвинуты вправо, с сближением к оси абсцисс, обнаруживая обогащенность Si, при относительно пониженном содержании K+Na. Тренд возрастания K+Na с уменьшением Si в серицитах аргиллит-филлизитовых изменений (Parry et al., 2002), в гидротермальных серицитах ЗРР прослеживается последовательным переходом иллитов вторичных кварцитов через филлизитовые к аргиллитовым слюдам.

На диаграмме $Al^{IV} - K_{Fe}^{3+}$, основных кристаллохимических характеристик диоктаэдрических слюд, где $K_{Fe}^{3+} = Fe^{3+} / Fe^{3+} + Al^{VI}$ (Дриц, и др., 1991), серициты распределяются в поле Al-иллитов и гидрослюд, вытянутом вдоль оси Al^{IV} в интервале значений K_{Fe}^{3+} по оси абсцисс от 0,02 до 0,15 (рис.2а). В нижней части этой полосы с разбросом Al^{IV} от 0,19 до 0,37, при K_{Fe}^{3+} от 0,05-0,15, распределяются серициты вторичных кварцитов, ограничиваясь снизу полем Al-Mg высококремнистых серицитов – лейкофиллитов ($Al^{IV} < 0,2$). Среднюю часть полосы с некоторым наложением на поля вторичных кварцитов и аргиллизитов, занимают серициты филлизитов (Al^{IV} от 0,38 до 0,55 при K_{Fe}^{3+} от 0,02 до 0,09), верхнюю – аргиллизитов (Al^{IV} от 0,50 до 0,98 при K_{Fe}^{3+} от 0,06-0,14). Серициты

турмалинизированных пород при общей железистости $K_{Fe}^3 = 0,05$, разделяются по содержаниям Al в тетраэдрической позиции; серициты Ванк-Калера ($Al^{IV} = 0,33$) попадают в поле вторичных кварцитов, серициты Аравуса ($Al^{IV} = 0,48$) – в поле филлизитов.

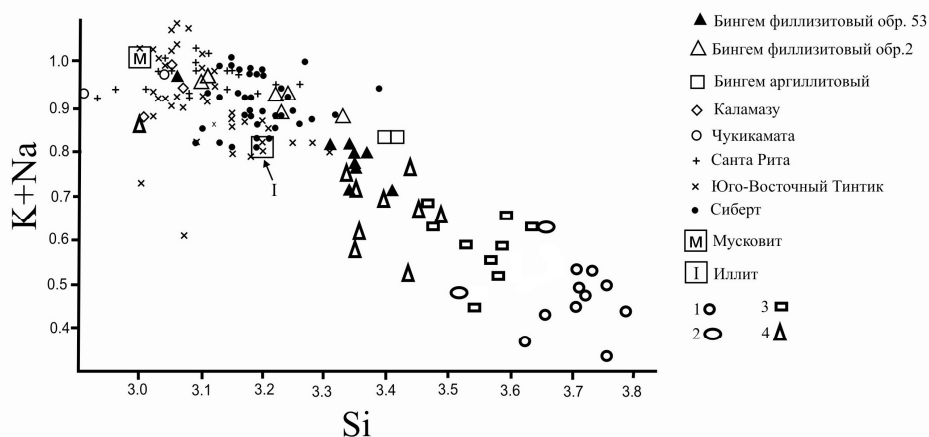


Рис.1 Сравнительная характеристика распределения гидротермальных серицитов ЗРР в координатах K+Na – Si (в ф. е.) относительно к серицитам аргиллит-филлизитовых изменений (Pary et al., 2002).

Условные обозначения серицитов ЗРР: 1 – вторичные кварциты; 2 – грейзенизированные породы; 3 – филлизиты; 4 – аргиллизиты.

На фоне общего повышения фенгитовой составляющей от серицитов вторичных кварцитов к аргиллитовым, в каждой генетической группе серицитов выделяются слюды с относительно высоким и низким содержанием фенгита (табл.1). В серицитах вторичных кварцитов $Mg+Fe^{2+}$ колеблется от 0,13 до 0,34; в серицитах турмалинизированных пород – 0,19-0,32; филлизитов – от 0 до 0,36; аргиллизитов – 0,36 - 0,80. Характерно, что в этом же направлении увеличиваются значения калия в междослойной позиции (рис.2б).

К индикаторным характеристикам слюд относятся также величина общеслоевого заряда, а также характер его распределения по тетраэдрической и октаэдрической сеткам. Для серицитов вторичных кварцитов характерна почти равная локализация отрицательного заряда в тетраэдрической и октаэдрической сетке 2:1 слоев при крайне низких значениях общеслоевого заряда – 0,50-0,63 (в серицитах Ванк-Калера – 0,72). В серицитах филлизитов при преимущественной локализации отрицательного заряда в тетраэдрической сетке 2:1 слоев, отмечаются единичные разности с равной концентрацией заряда в тетраэдрической и октаэдрической позиции; величина общеслоевого заряда значительно выше чем в серицитах вторичных кварцитов и колеблется в пределах 0,66-0,83, в пределах значений, приводимых Velde B. and Meunier A. для иллитов (2008). Для серицитов аргиллитовых изменений при значениях общеслоевого заряда

0,88-1, определяющих фенгит (Velde and Meunier, 2008), характерна концентрация отрицательного заряда в тетраэдрической сетке 2:1 слоев – 0,55-0,65, что характерно для гидрослюд и Fe-иллитов (Дриц и др., 1991).

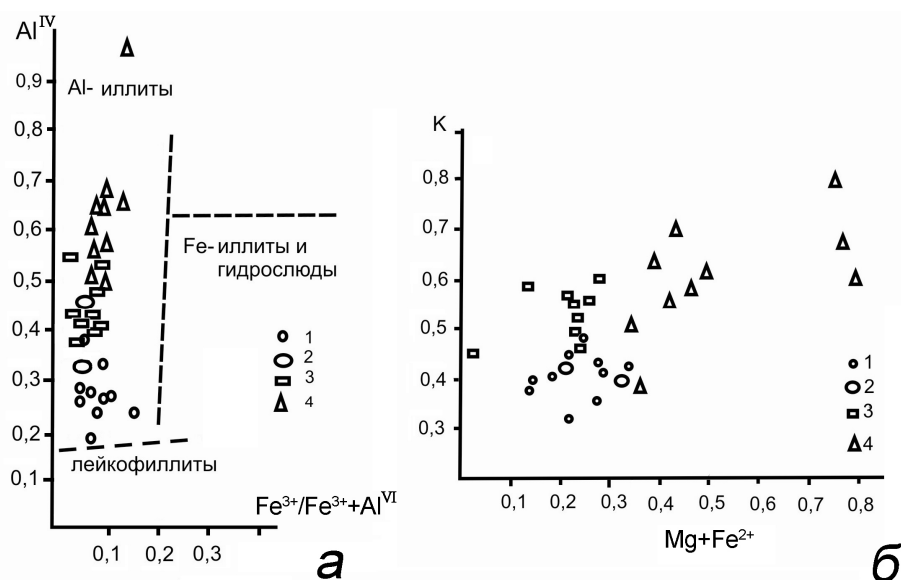


Рис.2. а. Распределение гидротермальных серицитов ЗРР на диаграмме основных кристаллохимических характеристик диоктаэдрических слюд (Дриц, и др., 1991). б. Характер заполнения межслоевых позиций К в зависимости от фенгитовой составляющей. Условные обозначения те же, что и на рис.1.

Среди различных свойств тонкодисперсных слюд (химический состав, политипия, оптические свойства, и др.) немаловажное значение имеют степень гидратации и оценка доли смешанно-слоистых пакетов, которые меняются в широких пределах. Причины гидратированности тонкодисперсных калиевых диоктаэдрических слюд могут быть разного рода (Слонимская и др., 1978; Дриц и др., 1991). Отсутствие специальных данных по содержанию структурно связанной воды в гидротермальных серицитах ЗРР не мешает отметить (табл.1), что степень их гидратированности, судя по суммарной величине минералообразующих окислов (или потере веса), возрастает от серицитов вторичных кварцитов и грейзенизированных пород к серицитам аргиллизитов, которые несомненно относятся к разряду гидрослюд.

Что касается серицитов вторичных кварцитов, то сильно выраженный дефицит калия в межслоевой позиции и значения параметров элементарной ячейки – $a = 5,16-5,20$, $b = 8,96-9,0$, $c = 19,5-20,10$ (в ангстремах), $\beta = 95^\circ-95^\circ 30'$ (Карамян и др., 1980), позволяют предположить наличие крупных анионов, и, в частности (H_2O) в межслоевой позиции, что отмечается (Bailey, 1984) для Al-иллитов полиморфной модификации с аналогичными параметрами. Очевидно вхождение молекул воды, как и Cl , в

межслоевое пространство тетраэдрической и октаэдрической решеток серицитов, возможно и для высококремнистых слюд. На это указывает и равное распределение общеслоевого заряда по октаэдрической и тетраэдрическим сеткам. Следует отметить, что серициты близкого к серицитам вторичных кварцитов состава – политипа $2M_1$, высококремнистые, с дефицитом К в межслоевой и малыми значениями Al в тетраэдрической позициях, также характеризующие вторичные кварциты (Шамлугское месторождение), известны из работ Э.М.Налбандяна (1986).

Гидратированность слюд филлизит-аргиллитовых изменений, судя по параметру $c = 9,9-10,4$ (в ангстремах; $\beta=99^{\circ}45' - 100^{\circ}21'$) элементарной ячейки (Карамян и др., 1980) несомненно, носит иной характер. Известно (Омельяненко и др., 1988; Дриц и др., 1991), что степень гидратации слюдистых минералов обусловлена, в основном, снижением температурного фона: по мере удаления от рудных тел происходит последовательная смена мусковита слабо, затем сильно гидратированными серицитами, и, наконец, гидрослюдой. Структурно-кристаллохимические исследования (Srodon and Eberli, 1984; Дриц и др., 1991) показывают, что среди гидратированных слюд практически отсутствуют слюды без разбухающих межслоев. Повышенные содержания Na, Ca, и Mg, в некоторых серицитах аргиллизитов, несомненно, указывают на наличие смешанно-слоистых пакетов в составе этих слюд. Однако степень гидратированности тонкодисперсных слюд и содержание в них разбухающих межслоев являются предметом специальных рентгенографических и электронографических исследований, и не могут решаться данными химического анализа.

Обсуждение результатов

Кварц-серицитовые породы занимают внутреннюю, наиболее проработанную гидротермальными растворами зону метасоматической колонки. Кристаллохимия серицитов разных метасоматических формаций показывает, что химический состав первичных пород (габбро-монцитониты, монцитониты, гранодиориты, гранодиорит-порфиры, сиенограниты, порфириты), по которым образуются кварц-серицитовые метасоматиты, не влияет на природу серицитов; однотипность их состава в пределах выделенных групп, скорее всего, отражает основные различия температурно-химических характеристик гидротермальных растворов, определяющие их формационную принадлежность. Общим для серицитов является постоянство исходного отношения $Sr^{87}/Sr^{86} = 0,704502 \pm 0,000129$ (Мелконян и др., 2010), независимо от их возраста (Багдасарян и др., 1985; Мелконян и др., 2010; Moritz et al. 2011) и формационной принадлежности.

Особенности кристаллохимии серицитов разных формационных групп, позволяют выделить основные для них дискриминационные отличия.

1. Для вторичных кварцитов (а также грейзенизированных пород Ванк-Калера) характерны высококремнистые иллиты с дефицитом калия в

межслоевой позиции до 0,6 ф.е., низкими значениями Al^{IV} – от 0,19 до 0,37, при Al^{VI} – 1,50- 1,70 ф.е., низкозарядные, со значениями общеслоевого заряда 0,50-0,63, при равном его распределении по тетраэдрической и октаэдрической сеткам, обогащенные Cl, высокотемпературные ($T=500-520^{\circ}C$), полиморфной модификации $2M_1$. Содержание фенгитового минала колеблется от 0,13 до 0,34. Минимальный слоевой заряд высококремнистых иллитов – 0,54 обеспечивает минимальное содержание разбухаемых межслоев, что является неременным требованием для иллитов (Bailey et al., 1984); пределы некомпенсированного октаэдрического заряда равны 0,20-0,28, что также соответствует требованиям Номенклатурного комитета при Международной минералогической ассоциации – 0,2-0,3 в расчете на ф.е. Высококремнистые иллиты вторичных кварцитов отличается более высокий дефицит К в межслоевой позиции до 0,6 на ф.е. (в собственно иллитах 0,2 – 0,4 на ф.е.), что наряду с высокими значениями рентгенометрического параметра c указывает на наличие крупных анионов в межслоевой позиции. Высококремнистые серициты с аналогичным содержанием SiO_2 – до 60%, известны из работ В.Шаллера (Schaller, 1950), продемонстрировавшему по выборочным анализам слюд изменение их состава от мусковита к лейкофиллиту, однако от высококремнистых иллитов вторичных кварцитов они отличаются большими содержаниями K_2O и MgO . На дискриминантном графике иллитов (Дриц и др., 1991), высококремнистые иллиты вторичных кварцитов занимают поле между собственно гидротермальными серицитами и лейкофиллитами.

2. Серициты филлизитовых изменений, сопровождающие процессы рудоотложения кварц-молибденит-халькопиритовой – кварц-халькопиритовой стадий, представлены собственно иллитами. Среди них выделяются разности с несколько повышенным содержанием Si, а также разности со степенью гидратации $\geq 4,5$ мас. % (Омельяненко и др., 1988). Соотносительно к серицитам других генетических групп они являются более глиноземистыми как за счет тетраэдрического, так и октаэдрического алюминия (Al^{IV} – от 0,38 до 0,55, Al^{VI} – 1,52-1,94 ф.е.), характеризуются сравнительно низкой железистостью, K_{Fe}^{3+} в единичных случаях достигает 0,09; значения общеслоевого заряда – в пределах 0,65-0,84 при явном превалировании тетраэдрического заряда над октаэдрическим. Колебания фенгитового минала от 0 до 0,36. Среди летучих отмечается возрастание F. К серицитам филлизитов, по содержанию Al^{IV} – 1,77 ф.е. и по характеру распределения Al по тетраэдрической и октаэдрической позициям, близки серициты оруденелых грейзенов Аравуса.

3. Кристаллохимические особенности серицитов, сопровождающих образования кварц-пиритовой и полиметаллической стадий, как по параметрам Al в тетраэдрической и октаэдрической позициях, так и содержанию фенгитового компонента и степени гидратированности, позволяют отнести их к аргиллитовым. Характерны сочетание высокой степени гидратированности слюд ≈ 10 мас.% с максимальными содержаниями фенгитового минала от 0,34 до 0,7 ф. е., широкий интервал замещений Si на Al

в тетраэдрической позиции – Al^{IV} от 0,55 - 0,99 ($Al^{VI}=1,21-1,52$ ф.е.) и высокие содержания CO_2 и SO_3 ; значения общеслоевого заряда – 0,89-1,0, с преимущественной локализацией его в тетраэдрической сетке. Количество октаэдрических катионов всегда больше 2, что можно интерпретировать как отклонение от диоктаэдрического типа структуры, либо объяснить микровключениями пирита – содержания FeO доходят до 2,68мас.%. при высоком содержании SO_2 до 1,49 мас.%.

Выводы

Полиасцендентность метасоматитов, т.е. неоднократное проявление набора близких метасоматических фаций, – характерная особенность рудных полей ЗРР. При общей повторяемости фации кварц-серицитовых пород по отдельным этапам эндогенного минералообразования (гидротермальные кварциты, грейзены, филлизиты, аргиллизиты) на фоне общего снижения температурного режима, намечаются существенные отличия, проявляющиеся как в масштабах и интенсивности развития серицитолизитов, так и в кристаллохимии слагающих их слюд.

Каждому формационному типу кварц-серицитовых метасоматитов соответствует свой кристаллохимический тип слюд. Вторичным кварцитами, замыкающим предрудные пропилитовые изменения, соответствуют высококремнистые иллиты, процессам филлитизации, сопряженным с отложением медно-молибденовой минерализации – собственно иллиты, процессам аргиллитизации, сопутствующим формированию кварц-пирит-полиметаллических ассоциаций – гидрослюды.

Эволюция состава серицитов во времени отражается широким диапазоном изоморфных замещений: от высокотемпературных разностей к низкотемпературным – уменьшением Si, при возрастающей роли K, Mg и воды. Низкая степень замещения Si на Al в тетраэдрах серицитов вторичных кварцитов свидетельствует о такой кислотности среды, при которой катионы Al могли заселять главным образом октаэдрическую позицию с образованием низкозарядных разностей слюд. Эти условия выдерживаются и для некоторых слюд филлизитов. В аргиллитовых слюдах своеобразие фенгитового изоморфизма проявляется уменьшением октаэдрического Al, с дислокацией его в тетраэдрической позиции (Al в тетраэдрах вытесняет относительно слабое основание – Si, в октаэдрах – Mg и Fe^{2+} вытесняют относительно слабое основание – Al), что, скорее всего, свидетельствует об отложении серицитов в менее кислотных условиях, чем слюды вторичных кварцитов.

Редуцированное проявление филлизитовых изменений наряду с достаточно высокой степенью гидратированности филлизитовых иллитов указывает на тесную сопряженность филлизит-аргиллитовых изменений во времени, и вполне согласовывается с доминированием аргиллитового типа изменений на некоторых медно-молибден порфировых месторождениях ЗРР.

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность своим коллегам по лаборатории рудных полезных ископаемых – Р.Н.Таяну за критический просмотр статьи, и С.Э.Овакимяну за техническую помощь при оформлении графического материала.

Литература

- Амирян Ш.О. Золоторудные формации Армянской ССР. Ереван; Изд. АН Арм. ССР, 1984, 303с.
- Арутюнян М.А., Таян Р.Н., Саркисян С.П. Гидротермальные вторичные кварциты Зангезурского рудного района, условия их размещения и минеральный состав. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, 2007, № 2, с. 21-27.
- Багдасарян Г.П., Гукасян Р.Х. Геохронология магматических, метаморфических и рудных формаций Армянской ССР. Ереван; Изд. АН Арм. ССР, 1985, 291с.
- Дриц В.А., Коссовская А.Г. Глинистые минералы: слюды, хлориты. М.: Наука, Труды АН СССР, вып. 465, 1991, 175с.
- Казарян А.Г. Закономерности формирования главных рудных месторождений Зангезура. Ереван; Изд. АН Арм. ССР, 1984, 285с.
- Карамян К.А., Мхитарян Р.Г. Серициты метасоматических формаций Зангезурского рудного района. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1986, № 6, с. 85-90.
- Карамян К.А., Таян Р.Н., Арутюнян М.А., Саркисян С.П., Маданиян О.Г., Авакян А.А., Аревшатян Т.А. Постмагматические образования Зангезурского рудного района. Ереван; Изд. АН Арм. ССР, 1987, 200с.
- Кривцов А.И., Мигачев И.Ф., Попов В.С. Медно-порфировые месторождения мира. М., "Недра" 1986, 235с.
- Коржинский Д.С. Теория метасоматической зональности. М.: Наука, 1969, 170с.
- Маданиян О.Г. Условия образования медно-молибденовых месторождений Южной Армении. Материалы VII Всесоюзного совещания "Термобарометрия и геохимия рудообразующих флюидов". Львов, 1985. с.156-160.
- Мелконян Р.Л., Гукасян Р.Х., Таян Р.Н., Хоренян Р.А., Овакимян С.Э. Этапы медно-молибденового рудообразования Южной Армении (по результатам Rb-Sr изотопных датировок). Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, 2010, № 2 с. 21-32.
- Минералы рудных формаций Армянской ССР. Т.2. Ереван; Изд. АН Арм. ССР, 1986, 310с.
- Омельяненко Б.И., Воловикова И.М., Дриц В.А., Звягин Б.Б., Андреева О.В., Сахаров Б.А. О содержании понятия "серицит". Изв. АН СССР, сер. геол., 1982, № 2, с.69-87.
- Омельяненко Б.И., Андреева О.В., Воловикова И.М. Тонкочешуйчатые диоктаэдрические калиевые слоистые силикаты ураноносных окколорудных метасоматитов. Известия АН СССР, сер. геол., 1988, №8, с.79-92.
- Слонимская М.В., Дриц В.А., Финько В.И. и др. Природа межслоевой воды тонкодисперсных мусковитов. Изв. АН СССР. Сер. геол. 1978, № 10, с.95-104.
- Bailey. Ed. S.W.. Micas //Reviews in Mineralogy. 1984, vol. 13. p.584.
- Beaufort D and Meunier A.. A Petrografik Study of Phyllic Alteration Superimposed on Potassic Alteration. The Sibert Porphyry Deposit (Rhône, France). 1983, Econ. Geol., vol. 78, № 7, 1514-1528.
- Eberl D., Srodon J., Lee M. et al. Sericite from the Silverton caldera, Colorado. Correlation among structure, composition, origin, and particle thickness. Amer. Miner., 1987, vol. 72, p. 914-934.
- Lowell J.D, Guilbert J.M. Lateral and vertical alteration-mineralization zoning in porphyry ore deposits. Econ. Geol., 1970, v. 65, № 4, p. 373-408.
- Moritz, R., Mederer, J., Ovtcharova, M., Selby, D., Chiaradia, M., Popkhadze, N., Gugushvili, V., Migineshvili, R., Melkonian, R., Tayan, R., Vardanyan, A., Hovamkimyan, S., Ramazanov V. & Mansurov, M. Major Cu, Au and Mo deposits of the Lesser Caucasus: Products of a great diversity of geodynamic settings. 9th Swiss Geoscience Meeting, 11-13 November 2011. Zurich, abstract volume, p. 100-101.

- Parry W.T., Ballantyne J.M. and Jacobs D.C.** Geochemistry of hydrothermal sericite from Roosevelt Hot Springs and the Tintic and Santa Rita porphyry copper. *Econ. Geol.*, 1984, v. 79, № 1, p. 72-86.
- Parry W.T., Mark Jasumback, Paula N. Wilson.** Clay mineralogy of phyllic and intermediate argillic alteration at Bingham, Utah. *Econ. Geol.*, 2002, v. 97, № 2, p. 221-239.
- Schaller W.T.** An interpretation of the composition of high-silica sericites, *Mineral. Mag.*, 1950, v. 29, p.406-420.
- Velde B., Meunier A.**, The origin of clay minerals in soils and weathered rocks.. Berlin. 2008, 400p.

Рецензент Х.Б. Меликсетян

ԶԱՆԳԵԶՈՒՐԻ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ՇՐՋԱՆԻ ՀԻՌՈՑԵՐՄԱԼ
ՍԵՐԻՑԻՏՆԵՐԻ ԲՅՈՒՐԵՂԱՔԻՄԻԱԿԱՆ
ԱՌԱՆՁԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ (ՀԱՅԱՍՏԱՆ)

Մ. Ա. Հարությունյան

Ամփոփում

Ուսումնասիրվել է Զանգեզուրի հանքային շրջանի Ագարակի, Լիճքի, Քաջարանի և Դաստակերտի հանքային դաշտերի տարբեր ֆորմացիաների քվարց-սերիցիտային մետասոմատիտների փայլարների բյուրեղաքիմիական կազմը: 1) հիդրոթերմալ երկրորդական քվարցիտներին բնորոշ են բարձր ջերմաստիճանային $2M_1$ բազմատիպի կայծքարային իլլիտներ, K -ի դեֆիցիտով և Al^{IV} -ի ցածր պարունակությամբ, 2) ֆիլիզիտային փոփոխություններին (քվարց-մոլիբդեն-խալկոպիրիտային, քվարց-մոլիբդենային և քվարց-խալկոպիրիտային փուլերի) բնորոշ են միջին ջերմաստիճանային $2M_1 + 1M$ բազմատիպերի կավահողային իլլիտներ, հիդրատացիայի տարբեր աստիճաններով և 3) արգիլիտային փոփոխություններին (քվարց-պիրիտային և բազմամետաղային փուլերի) բնորոշ են ցածր ջերմաստիճանային $1M$ բազմատիպի հիդրոփայլարներ:

Էնդոգեն սերիցիտառաջացման յուրաքանչյուր փուլը բնորոշվում է որոշակի ցնդող բաղադրիչների առկայությամբ, երկրորդական քվարցիտների փայլարներում ֆիքսվում են գլխավորապես Cl և P, ֆիլիզիտային իլլիտներում՝ P և Cl, քիչ քանակով F, արգիլիտային հիդրոփայլարներում՝ CO_2 և SO_3 :

GEOCHEMICAL FEATURES OF HYDROTHERMAL SERICITES FROM THE ZANGEZURE ORE DISTRICT (ARMENIA)

M.A. Harutyunyan

Abstract

The crystal chemistry of the mica of quartz-sericite metasomatites in different formations of the Agarak, Lichk, Kajaran and Dastakert ore fields in the Zangezur ore district was studied. 1) High- temperature polytype $2M_1$ silicous illites with potassium deficit and low content of Al^{IV} are characteristic for hydrothermal secondary quartzites; 2) medium-temperature $2M_1+1M$ polytype illites with hydration of various degrees are characteristic for phyllic alteration (quartz-molybdenum-chalcopyrite, quartz-molybdenum, quartz-chalcopyrite stages) and 3) low-temperature hydromicas of $1M$ polytype are characteristic for argillic alteration, (quartz-pyrite and polymetallic stages).

Each stage of endogenous formation of sericites is characterized predominance of certain volatile components: in the illites of secondary quartzites Cl and P are fixed; in the illites of phyllic alteration – P, Cl and smaller amounts F; in the illites of argillic alteration – CO_2 and SO_3 are recorded.

**ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ
АМПЛИТУДНО-ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЫЗВАННОЙ
ПОЛЯРИЗАЦИИ ПРИ ЗНАКОПЕРЕМЕННОМ ПРЯМОУГОЛЬНО-
ИМПУЛЬСНОМ ВОЗБУЖДЕНИИ ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СРЕДЫ**

© 2013 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 14.06.2013 г.

На основании проведенных математического моделирования и численных расчетов для поляризующейся геоэлектрической модели представлен анализ поведения интегральных амплитудно-временных параметров вызванной поляризации при периодическом разнополярно-импульсном изменении внешнего электрического поля и переменном прямоугольном токе. Выявленные новые закономерности проявления параметров вторичного электрического поля создают необходимые предпосылки для объективной оценки возможностей и повышения эффективности электроразведочных исследований на стадии поисковых работ при исследовании рудных областей, а также при геокартировании, инженерно-геологических, гидрогеологических, геоэкологических, археологических изысканиях.

Настоящая статья является продолжением работ (Матевосян, 2013¹; Матевосян, 2013²), в которых представлено поведение **интегральных амплитудно-временных параметров вызванной поляризации (ИАВП ВП)** при непрерывном и однополярно-импульсном периодических изменениях внешнего электрического поля.

Целью настоящей статьи является выявление закономерностей проявления вторичного электрического поля при исследованиях геоэлектрической среды методом ВП периодическими разнополярными прямоугольными импульсами тока и прямоугольным переменным током: изучение временных зависимостей поля ВП в процессе всего цикла измерений, а также анализ поведения ИАВП ВП (Матевосян, 2001¹) при этих временных режимах измерений. Путем математического моделирования и численных расчетов вторичных электрических процессов поляризующейся геоэлектрической среды проанализированы основные особенности проявления ИАВП ВП и оценена информативность таких электрометрических исследований. Следует особо отметить, что несомненно большой интерес представляет рассмотрение возбуждения геоэлектрической среды разнополярными периодическими прямоугольными импульсами тока благодаря своей повышенной помехозащищенности измерений по сравнению с временным режимом, состоящим из однополярных периодических прямоугольных импульсов. На практике часто используется такой временной режим со скважностью 2 (**РПИ-2**, при котором пауза между

импульсами равна длительности импульсов). Сперва проанализируем особенности проявления вторичного электрического поля при таком режиме измерений.

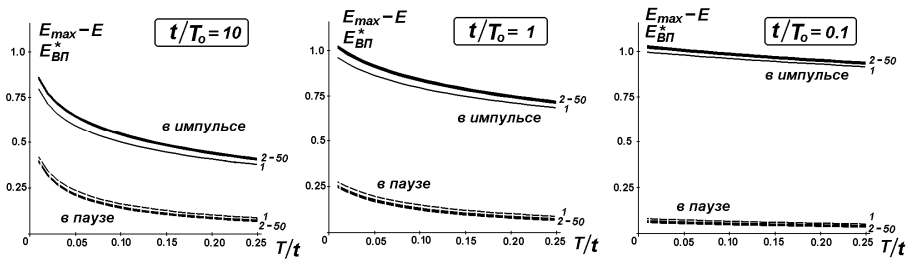


Рис.1. Совмещенные графики временных зависимостей параметров вторичного поля $E_{\max} - E(T)$ при пропускании тока (сплошные линии) и $E_{\text{ВП}}^*(T)$ на спаде (пунктирные линии) нормированные по величине $E_{\max} - E_0$ за различные периоды (цифры кривых) разнополярного прямоугольно-импульсного возбуждения электрического поля.

Представленные на рис.1 теоретические зависимости иллюстрируют динамику изменения параметров напряженности вторичного электрического поля при пропускании тока (в импульсе) и на спаде (в паузе) за различные периоды t для трех значений абсциссы максимума производной переходной характеристики ВП по десятичному логарифму времени T_0 (в частности, при $t=1\text{с}$ и $T_0=0.1, 1\text{с}$ и 10с , характеризующих ранние поляризационные процессы). Здесь E_0 – напряженность первичного электрического поля. Сопоставляя рассматриваемые параметры: временные изменения разности напряженностей асимптотического ($E_{\max}$ – суммарная напряженность первичного и вторичного полей при предельной длительности возбуждения) и полного ($E(T)$ – суммарная напряженность первичного и вторичного полей в момент времени T) $E_{\max} - E(T)$ в импульсе, с напряженностью вторичного поля $E_{\text{ВП}}^*(T)$ в паузе за конкретный период, можно представить, как уже с первых периодов возбуждения геоэлектрическая среда переходит в квазиравновесное динамическое состояние. В итоге, при соблюдении **линейности процессов ВП (ЛВП)** независимо от величины соотношения t/T_0 , приведенные кривые, практически не изменяются. Иными словами, при разнополярно-импульсном периодическом изменении внешнего электрического поля величина $E_{\max} - E(T) - E_{\text{ВП}}^*(T)$ практически сразу постоянна и независимо от длительности возбуждения поля и величины временного T_0 , характеризующего наблюдаемые структурно-текстурные особенности геоэлектрической среды (Комаров, 1980; Электроразведка, 1989), отличается от нуля (в отличие от **однополярного прямоугольно-импульсного возбуждения (ОПИ)** электрического поля) (Матевосян, 2013²).

Как следует из рис.1, за какой-то определенный конкретный период кривые, характеризующие изменение напряженности вторичного электрического поля $E_{\max} - E(T)$ и $E_{\text{ВП}}^*(T)$ со временем T , идентично монотонно

убывают. С увеличением T_0 , рассматриваемые временные зависимости постепенно выпрямляются (становятся почти параллельными оси абсцисс). Это связано с тем обстоятельством, что за такой относительно малый наблюдаемый временной интервал ($0.25T/t$) при больших значениях T_0 проследить уменьшение вторичного поля за время одного периода практически невозможно.

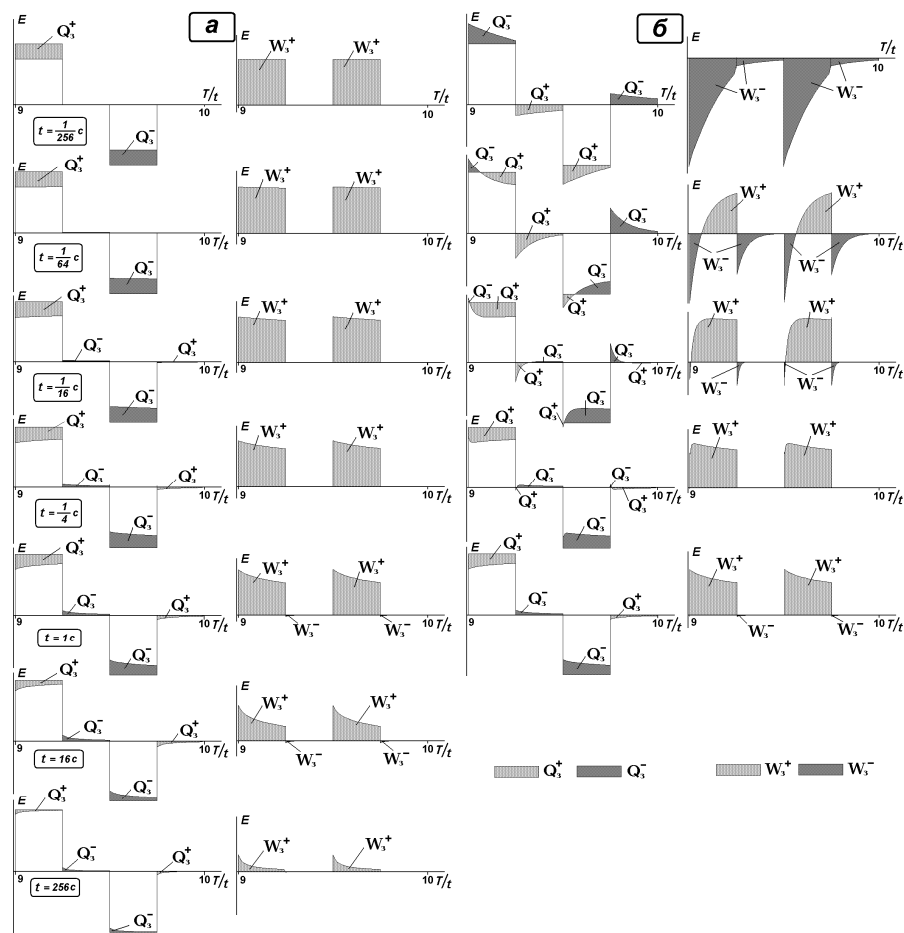


Рис.2. Графическое представление интегральных амплитудно-временных параметров вызванной поляризации Q_3 и W_3 за десятый период разнополярного прямоугольно-импульсного возбуждения электрического поля различной частоты при отсутствии (а) и в присутствии (б) индукционных процессов.

На рис. 2 показаны ИАВП ВП Q_3 и W_3 (Матевосян, 2001²) за десятый период при различных величинах периода колебаний t (нормированных по величине времени T_0) разнополярного прямоугольно-импульсного возбуждения электрического поля при отсутствии (рис. 2а) и при наличии (рис. 2б) индукционных процессов (при $t_0=0.003c$ – абсцисса максимума первой производной переходной характеристики индукционного поля по десятич-

ному логарифму времени и $m=2$ – амплитудный коэффициент (Матевосян, 2011)). На рис. 3 представлены временные зависимости проявления ИАВП ВП Q_3 и W_3 , а также Q_3/t и W_3/t (нормированных по величине времени воздействия – периода t) при РПИ-2 за десятый период (при установившемся динамическом режиме). С целью сопоставления изменения рассматриваемых параметров при различных t шкала времени (абсцисс) представлена отношением T/t (нормирована по величине периода колебаний).

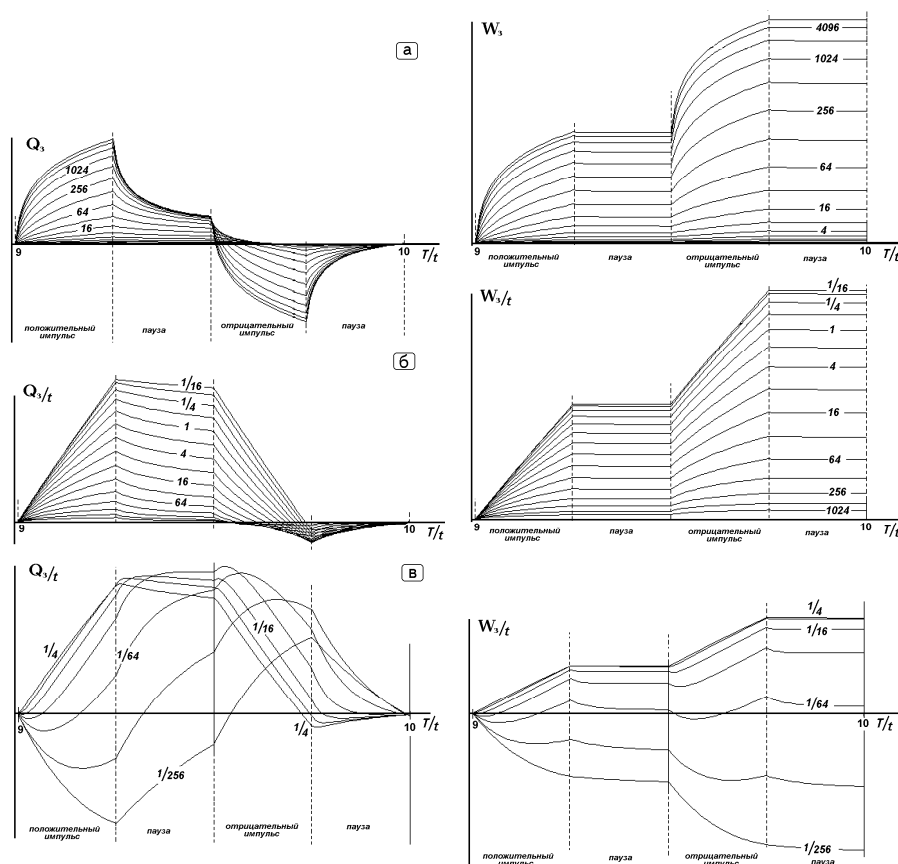


Рис.3. Динамика изменения интегральных амплитудно-временных параметров вызванной поляризации Q_3 и W_3 за десятый период разнополярного прямоугольно-импульсного возбуждения электрического поля (а), при их нормировании по периоду колебаний (б) и в присутствии индукционных процессов при малых величинах периода возбуждения (в). Шифр кривых – t/T_0 .

Анализ приведенных зависимостей позволяет установить следующее:

- с увеличением периода t наблюдается увеличение амплитуды значений Q_3 , связанное с возрастанием вторичных поляризационных процессов в исследуемой геоэлектрической среде за конкретный период: количеством переносимых зарядов при одном и обратном

направлениях внешнего электрического воздействия как в импульсе, так и в паузе;

- величина нормированного параметра Q_3/t , в отличие от Q_3 , за рассматриваемый временной интервал (*десятый период*) с увеличением t уменьшается, что указывает на относительное уменьшение количества перемещаемых зарядов в единицу времени под воздействием внешнего электрического поля;
- судя по кривым Q_3 и Q_3/t , в начале и конце десятого периода ($T/t=9$ и 10) наблюдается квазиустановившееся состояние поляризации, и с увеличением t происходит относительно постепенно убывающая поляризация среды со значительным уменьшением количества переносимых зарядов в единицу времени (*приблизительное равенство переносимых зарядов при одном и обратном направлениях приложенного электрического поля*);
- с увеличением t (*с уменьшением частоты тока*) за рассматриваемый период наблюдается монотонное увеличение значений W_3 в импульсе и почти квазипостоянное (*незначительное убывание*) его проявления в паузе, связанные с расходом энергии на поляризационные процессы при пропускании тока и его практическим отсутствием на спаде;
- нормированный параметр W_3/t , в отличие от W_3 , уменьшается с увеличением t , тем самым указывая на уменьшение энергетических затрат в единицу времени на поляризационные процессы.

Здесь следует отметить, что при РПИ выбор эффективного временного режима для обнаружения и исследования конкретного геологического объекта практически зависит от длительности импульсов тока, а не от продолжительности возбуждения поля (*общей длительности зарядки*), в отличие от ОПИ. Интенсивность вторичного электрического поля при таком периодическом возбуждении электрического поля в режиме РПИ-2 слабее, чем при ОПИ-2 той же амплитуды, частоты и продолжительности (Электроразведка, 1989; Матевосян, 2001; Матевосян, 2013²).

Теперь представим результаты аналогичных исследований в случае возбуждения электрического поля периодическим переменным прямоугольным током – временным режимом, находящим все большее применение в электроразведочной практике. На рис. 4 приведено графическое представление ИАВП ВП Q_3 и W_3 (Матевосян, 2001²) за десятый период при различных величинах t (*нормированных по величине времени T_0*) переменного прямоугольно-импульсного электрического тока при отсутствии (рис. 4а) и в присутствии (рис. 4б) индукционных процессов (при $t_0=0.003$ с и $m=2$). Временные зависимости проявления параметров Q_3 и W_3 за десятый период, а также нормированных по периоду колебаний параметров Q_3/t и W_3/t для различных значений t представлены на рис. 5.

В результате анализа особенностей и характера проявления приведенных кривых можно констатировать:

- с увеличением периода t наблюдается увеличение амплитуды зна-

чений Q_3 , связанная с возрастанием вторичных поляризационных процессов в исследуемой геоэлектрической среде за конкретный период: количеством переносимых зарядов при одном и обратном направлениях внешнего электрического воздействия;

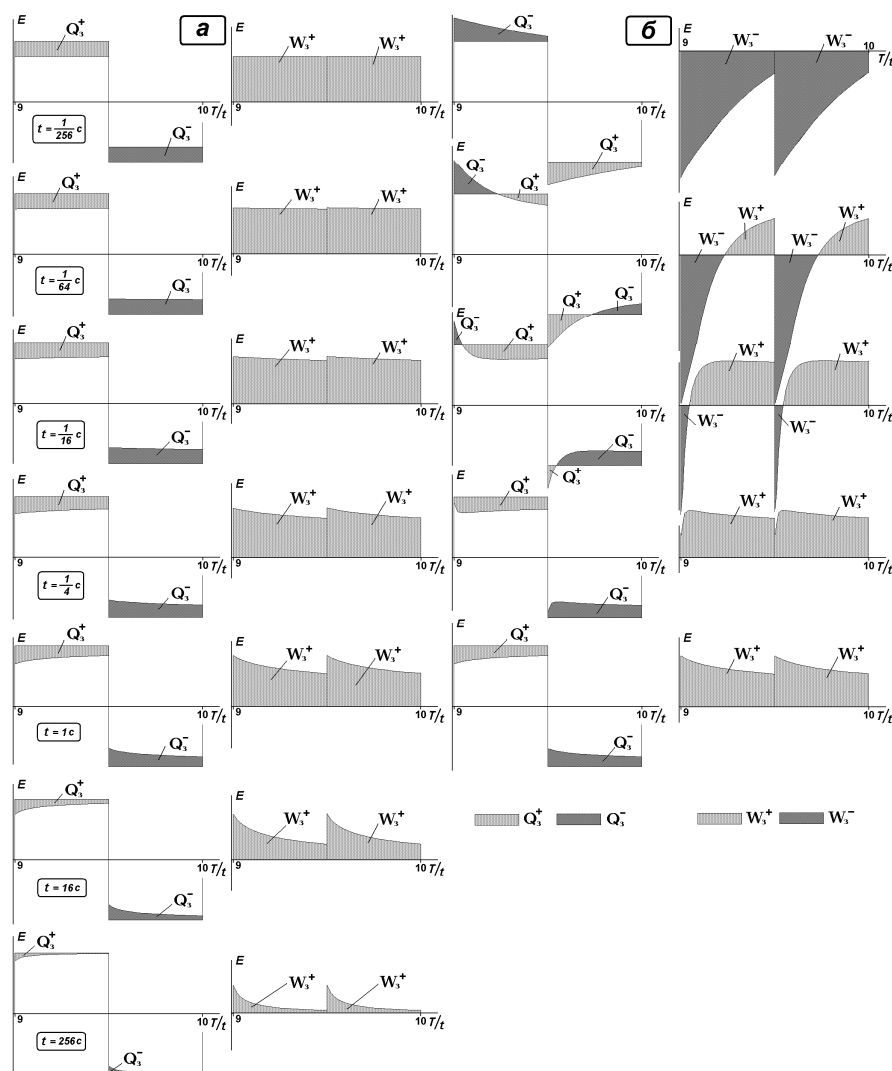


Рис.4. Графическое представление интегральных амплитудно-временных параметров вызванной поляризации Q_3 и W_3 за десятый период при возбуждении поля переменным прямоугольным током различной частоты при отсутствии (а) и в присутствии (б) индукционных процессов.

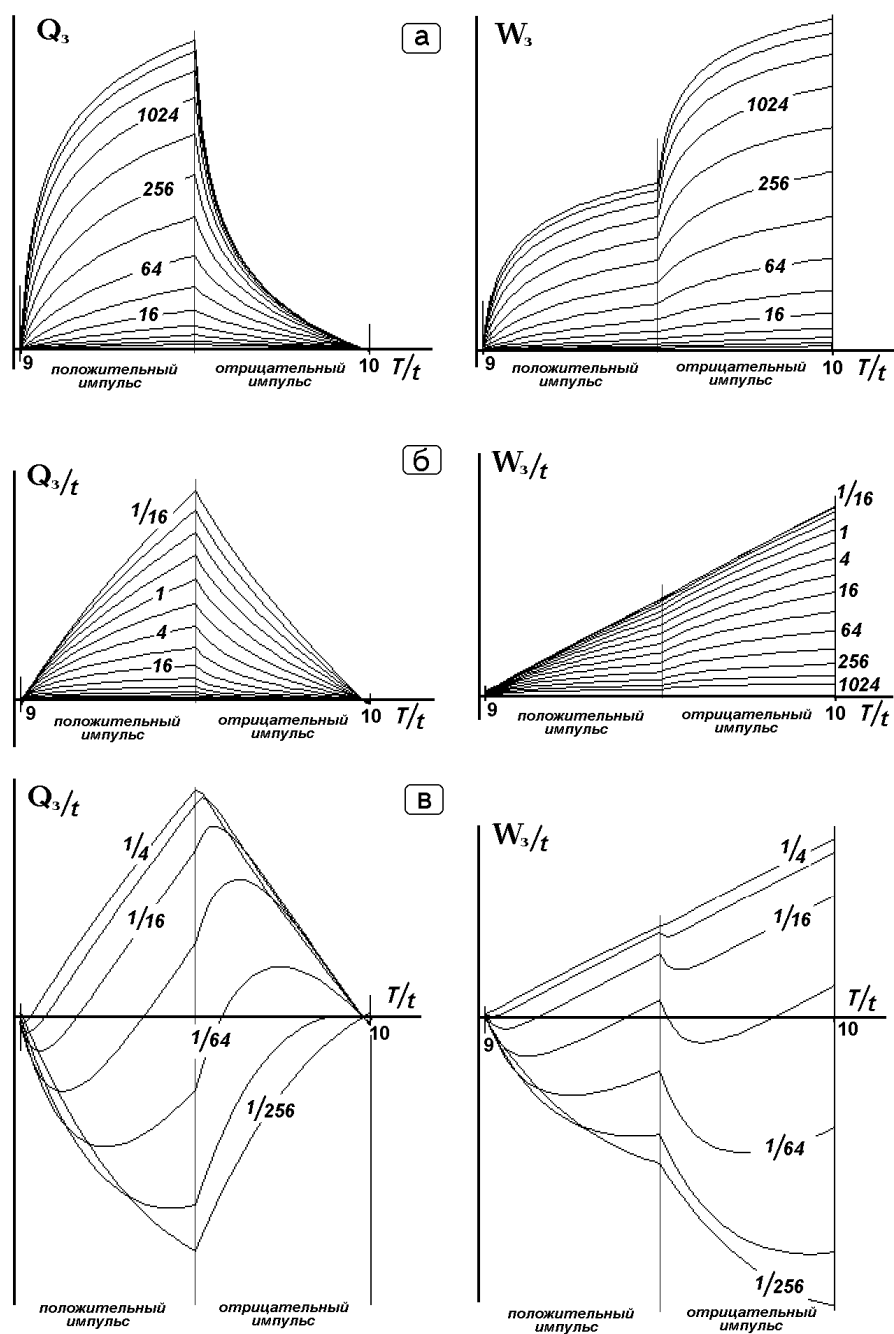


Рис.5. Динамика изменения интегральных амплитудно-временных параметров вызванной поляризации Q_3 и W_3 за десятый период при возбуждении поля переменным прямоугольным током различной частоты (а), и при их нормировании по периоду колебаний (б) и в присутствии индукционных процессов при малых величинах периода возбуждения (в). Шифр кривых – t/T_0 .

- величина нормированного параметра Q_3/t , в отличие от Q_3 , за рассматриваемый временной интервал (десятый период) с увеличением t уменьшается, что указывает на относительное уменьшение количества перемещаемых зарядов в единицу времени;
- судя по кривым Q_3 и Q_3/t , в начале и конце десятого периода ($T/t=9$ и 10) наблюдается квазиустановившееся состояние поляризации, и с увеличением t происходит относительно постепенно убывающая поляризация среды со значительным уменьшением количества переносимых зарядов в единицу времени (*приблизительное равенство переносимых зарядов при одном и обратном направлениях приложенного электрического поля*);
- за весь рассматриваемый период с увеличением t наблюдается монотонное увеличение значений W_3 при одном и обратном направлениях приложенного электрического поля, свидетельствующее о практически одинаковом расходе энергии в геоэлектрической среде на поляризационные процессы;
- нормированный параметр W_3/t , в отличие от W_3 , уменьшается с увеличением t на протяжении всего рассматриваемого периода, тем самым указывая на уменьшение энергетических затрат в единицу времени на поляризационные процессы в геоэлектрической среде.

Таким образом, при разнополярном периодически импульсном возбуждении электрического поля выбор эффективного временного режима для обнаружения и исследования конкретного геологического объекта практически зависит от длительности импульсов тока, а не от продолжительности возбуждения поля (*общей длительности зарядки*). Интенсивность вторичного электрического поля при таком периодическом возбуждении электрического поля в режиме РПИ-2 слабее, чем при ОПИ-2 той же амплитуды, частоты и продолжительности. На практике такой способ внешнего электрического воздействия считается достаточно эффективным (*высоко помехозащищенным, информативным, производительным и дешевым*) на стадии поисковых работ при исследовании рудных областей (*для выявления областей с вкрапленными электропроводящими минералами*), а также при геокартировании, инженерно-геологических, гидро-геологических, геоэкологических, археологических изысканиях. Установленные в настоящей статье закономерности проявления ИАВП при возбуждении геоэлектрической среды периодическими разнополярными прямоугольными импульсами тока и прямоугольным переменным током в комплексе с фазовыми измерениями (Комаров, 1980; Электроразведка, 1989), позволят достаточно успешно проводить их совместное истолкование с общепринятым определением дифференциальных временных параметров в процессе обработки результатов исследований методом ВП.

ЛИТЕРАТУРА

- Комаров В.А.** Электроразведка методом вызванной поляризации. Л.: Недра, 1980, 391 с.
- Матевосян А.К.** Интегральные амплитудно-временные параметры вызванной поляризации. Доклады НАН Армении, 2001¹, 101, №1, с. 76-83.
- Матевосян А.К.** Определение эквивалентного электрического воздействия по интегральным амплитудно-временным параметрам вызванной поляризации. Доклады НАН Армении, 2001², 101, №2, с. 150-157.
- Матевосян А.К.** Особенности проявления интегральных амплитудно-временных параметров вызванной поляризации в присутствии индукционных процессов. Доклады НАН Армении, 2011, 111, №3, с. 280-287.
- Матевосян А.К.** Особенности интегральных амплитудно-временных параметров вызванной поляризации при непрерывном периодическом изменении внешнего электрического воздействия. Изв. НАН Армении, Науки о Земле, 2013¹, 66, №1, с. 48-55.
- Матевосян А.К.** Проявление интегральных амплитудно-временных параметров вызванной поляризации при периодическом возбуждении геоэлектрической среды однополярными прямоугольными импульсами тока. Изв. НАН Армении, Науки о Земле, 2013², 66, № 2-3, с.40-46.
- Электроразведка.** Справочник геофизика. М.: Недра, 1989, в двух книгах – 438 с, 378 с.

Рецензент Аветисян С.

ՀԱՐՈՒՑՎԱԾ ԲԵՎԵՌԱՑՄԱՆ ԻՆՏԵԳՐԱԼ
ԱՄՊԼԻՏՈՒԴՆԱԺԱՄԱՆԱԿԱՅԻՆ ՉԱՓԱՆԻՇՆԵՐԻ ԲՆՈՒԹԱԳՐՈՂ
ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՆՇԱՆԱՓՈՒ ՀՈՍԱՆՔԻ
ՈՒՂՂԱՆԿՅՈՒՆ ԻՄՊՈՒԼՍՆԵՐՈՎ ԵՐԿՐԱԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ
ՄԻՋԱՎԱՅՐԻ ՊԱՐԲԵՐԱԿԱՆ ԳՐԳՈՄԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ

Ա.Կ.Մաթևոսյան

Ամփոփում

Հոդվածում բնութագրող երկրաէլեկտրական մոդելի համար կատարված մաթեմատիկական մոդելավորման և թվային հաշվարկներ հիման վրա ներկայացված է հարուցված բնութագման ինտեգրալ ամպլիտուդաժամանակային չափանիշների վարքը պարբերական նշանափոխ իմպուլսային արտաքին էլեկտրական դաշտի գրգռման դեպքում: Երկրորդական էլեկտրական դաշտի չափանիշների արտահայտման հայտնաբերված նոր օրինաչափությունները ստեղծում են անհրաժեշտ նախադրյալներ արդյունավետ էլեկտրահետախուզական ուսումնասիրություններ կատարելու հանքային գոտիներում որոնման աշխատանքների փուլում:

**FEATURES CHARACTERIZING THE INTEGRAL AMPLITUDE-
TIME CRITERIA OF THE INDUCED POLARIZATION IN THE CASE
OF PERIODIC EXCITATION OF THE GEOELECTRICAL MEDIUM
WITH RECTANGULAR PULSES OF THE ALTERNATING CURRENT**

A.K. Matevosyan

Abstract

Based on the mathematical modeling and numerical calculations for the polarized geoelectrical model, this article presents an analysis of the behavior of integral amplitude-time parameters of the induced polarization in case of excitation of the external periodic alternating pulsed electrical field. The revealed new manifestation regularities of the parameters of secondary electric field create necessary prerequisites for efficient realization of the electrical prospecting surveys at the stage of exploration within mining zones.

ԽԶՎԱԾՔՆԵՐԻ ԵՌԱԶԱՓ ՄՈՂԵԼԱՎՈՐՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԶԱՅԻՆ
ԾՐԱԳՐԱՅԻՆ ՀԱՎԵԼՎԱԾԻ ՄՇԱԿՈՒՄ

2013 թ. Մ. Կ. Մկրտչյան

ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ,
0019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյան, 24ա, Հայաստանի Հանրապետություն
E-mail: mushhegh@geology.am
Հանձնված է խմբագրություն՝ 09.10.2013թ.

Խզվածքների, մասնավորապես ակտիվ խզվածքների երկրաչափությունը հստակ պատկերացնելու համար շատ օգտակար կարող են լինել այդ կառույցների եռաչափ գրաֆիկական մոդելները: Խզման դինամիկան, սեզմենտացիան, ինչպես նաև երկրաշարժերի խորությունները, որպես կանոն, արտահայտվում են խզվածքի երկրաչափության առանձնահատկություններում:

Սույն աշխատանքը նվիրված է խզվածքների հարթությունների եռաչափ մոդելավորման համար ստեղծված նոր ծրագրային գործիքին, որը հենվում է մեծ տարածում ունեցող ArcGIS Desktop ծրագրային պլատֆորմի վրա: Գործիքը ստեղծվել և փորձարկվել է Փամբակ-Սևան-Սյունիք (ՀՀ) ակտիվ խզվածքի հյուսիս-արևմտյան և հարավ-արևելյան սեզմենտների եռաչափ մոդելավորման նպատակով:

Ներկայումս աշխարհագրական տեղեկատվական համակարգերը (ԱՏՀ) լայն կիրառություն են ձեռք բերում երկրի մասին գիտությունների բազմաթիվ խնդիրների լուծման ժամանակ:

Այդ համակարգերը մշտապես գտնվում են դինամիկ զարգացման մեջ: Նրանք ժամանակի ընթացքում նոր ֆունկցիոնալ հնարավորություններ են ձեռք բերում: Բարելավումները բխում են գիտության առջև դրված նոր խնդիրներից և օգտատերերի պահանջներից: Դրան նպաստում է նաև նորագույն տեխնոլոգիաների զարգացումը, որն իր հերթին արագացնում է տվյալների վիզուալիզացման գործընթացը և թույլ է տալիս միաժամանակ մշակել առավել մեծ քանակությամբ տվյալներ:

Փամբակ-Սևան-Սյունիք խզվածքի սեզմենտները մոդելավորելիս անհրաժեշտություն առաջացավ ստեղծել (ծրագրավորել) նոր ծրագրային հավելված, որը հնարավորություն կընձեռի եռաչափ մոդելավորել խզվածքների հարթությունները: Նման որոշում կայացվել է այն պատճառով, որ այն միջավայրը, որը մենք օգտագործում ենք մեր տվյալների բազան պահելու և մշակելու համար, օժտված չէ խզվածքների հարթությունները եռաչափ մոդելավորելու հնարավորությամբ:

Ստացված արդյունքները, համադրելով գոյություն ունեցող տվյալների հետ, հնարավորություն կտան առավել լավ հասկանալ խզվածքի երկրաչափությունը, դինամիկան, ապագա երկրաշարժերի խորությունները, ինչպես նաև առանձնացնել երկրակեղևի բլոկները և մոդելավորել նրանց էվոլյուցիան ժամանակի ընթացքում:

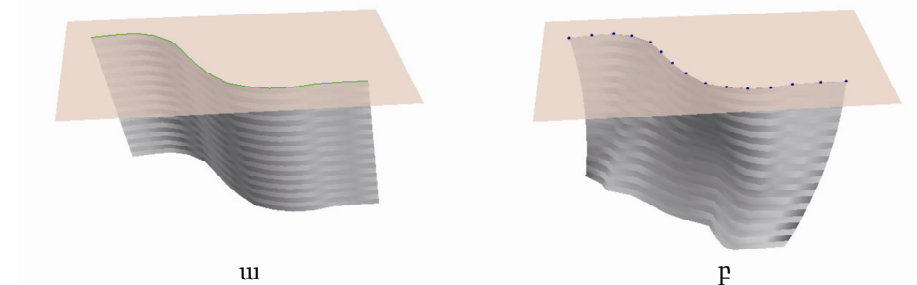
Ներմուծվող տվյալները և մոդելավորման մեթոդները

Գործիքը պայմանականորեն անվանել ենք «Structures» և այն աշխատում է ArcMap ծրագրային միջավայրում: Այն ստեղծված է Visual Basic ծրագրավորման լեզվով՝ Visual Basic For Applications (VBA) միջավայրում:

Ծրագրի ճիշտ արդյունքը ապահովելու նպատակով անհրաժեշտ է տեղանքի քարտեզը ներկայացնել համապատասխան կոորդինատային համակարգով և պրոյեկցիայով: Որպես ներմուծվող տվյալ գործիքին անհրաժեշտ է տալ կետային կամ գծային շեյփֆայլ (shapefile)¹: Այդ շեյփֆայլը, որպես ատրիբուտ, իր մեջ պետք է պարտադիր պարունակի կառուցվող եռաչափ մարմնի երկարությունը և տեղադրման էլեմենտները: Բացի այդ, ծրագրում անհրաժեշտ է նշել գծերի կամ կետերի բարձրությունները:

Իհարկե, առավել բազմազան կառուցվածքներ կարելի է ստանալ այն պարագայում, երբ որպես ներմուծվող ֆայլ օգտագործվեն կետային շեյփֆայլերը, քանի որ այդ պարագայում մենք ամեն կետին կարող ենք տալ միմյանցից տարբեր արժեքներ:

Նկ. 1-ում բերված է 2 մոդել՝ ստացված փորձնական տվյալներով, որոնք ցույց են տալիս տարբեր ներմուծվող շեյփֆայլերից ստացվող արդյունքների տարբերությունը:



Նկ. 1: Խզման հարթության եռաչափ պատկերները ստացված ա) գծային շեյփֆայլից բ) կետային շեյփֆայլից:

Որպեսզի կարողանանք տվյալ գործիքը կիրառել խզվածքների մոդելավորման համար, անհրաժեշտ է, որ այն օժտված լինի ըստ խորության կոր մակերևույթներ ստեղծելու հնարավորությամբ, քանի որ խզվածքները ունենում են բարդ երկրաչափություն և ըստ խորության կարող են փոխել իրենց անկման անկյունները:

Այդ կորությունները ապահովելու համար գծային կապ ենք հաստատել անկման անկյան և խորության մեծության միջև, որն արտահայտված է քայլերով:

¹ Կետային, գծային կամ բազմանկյունային տիպի վեկտորային ֆայլ, որը կցված է կոորդինատային համակարգին և իր մեջ պարունակում է ատրիբուտների աղյուսակ: Ստեղծվել է ESRI հետազոտական ինստիտուտի կողմից:

$$\alpha = b + kn,$$

որտեղ α -ն հերթական կետի հաշվարկվող անկման անկյունն է, n -ը հերթական քայլի համարը, k -ն գործակից է, որը ցույց է տալիս, թե նախնական ներմուծած անկյունը ամեն քայլին որքանով է ավելանալու կամ պակասելու (այն ծրագրում անհրաժեշտ է ներմուծել) և b -ն՝ ներմուծվող շեփոթայություն (կետային կամ գծային) նշված անկյունն է: Քայլերը ծրագրում անհրաժեշտ է ներմուծել, որը թույլ կտա կառուցվող հարթության նախատեսված երկարությունը բաժանել հավասար մասերի: Այդ հավասար մասերի քանակը կլինի հենց քայլերի քանակը:

Ծրագրում անհրաժեշտ է ներմուծել նաև մեկ այլ թիվ, որը ցույց է տալիս կառուցվող հարթության հատվածը: Երբ քայլերը հասնեն այդ նշված հատվածին, ծրագիրը կփոխի քայլի աճման կամ նվազման հաստատուն թվի (k) նշանը:

Ծրագրում կարելի է սահմանափակել անկյան արժեքը: Դա օգտակար է օրինակ խզվածքների հարթությունների ծաղկային տիպի կառուցվածքները մոդելավորելիս, երբ անկյունը փոխվում է մերձավերելային հատվածում, մինչդեռ խորքում մնում է մոտավորապես հաստատուն (նկ. 3 - ա): Ծաղկային տիպի կառուցվածքներում մերձավերելային հատվածում խզվածքները նաև ճյուղավորվում են:

Խնդրի նման լուծումը ընտրվել է այն պատճառով, քանի որ հնարավոր չէ ամեն կետի համար ներմուծել խորության և անկյան արժեքների մի ամբողջ աղյուսակ:

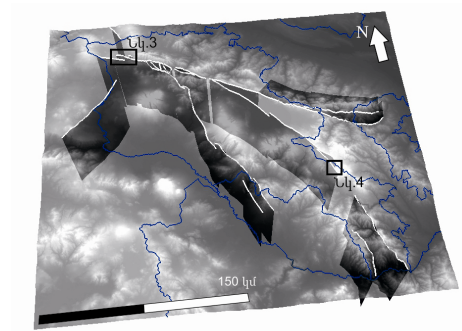
Ծրագրից ստացված արդյունքներն իրենցից ներկայացնում են եռաչափ օբյեկտներ՝ կազմված եռանկյուններից (MultiPatch): Վերջնարդյունքում ստացված եռաչափ պատկերը հանդես է գալիս սկզբնական քարտեզի կոորդինատային համակարգով և պրոյեկցիայով:

Ստրև բերվող մոդելներում ներկայացված բարձրությունների եռաչափ մոդելները ստացված են 1:10000 տեղագրական քարտեզներից:

Ծրագրային հավելվածի կիրառման օրինակներ

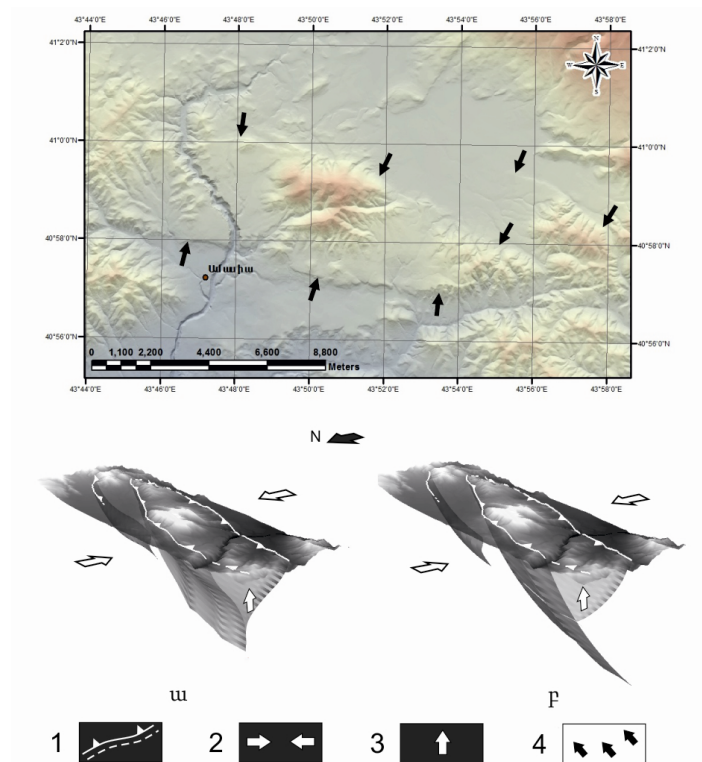
Գործիքը փորձարկվել է Փամբակ-Սևան-Սյունիք ակտիվ խրզման հյուսիս-արևմտյան և հարավ-արևելյան սեզմենտների մոդելավորման ժամանակ (նկ. 2):

Հյուսիս-արևմտյան սեզմենտը ներկայացված է մի քանի ճյուղերով, որոնցից 2 հիմնական ճյուղերը սահմանափակվում են Ամասիայի փոփ-ափ (օփ-սփ) բլուրը, որը բարձրացված է վերնետներով (Մկրտչյան և ուր., հոդվածը պատրաստման փուլում է):



Նկ. 2: Հայաստանի ակտիվ խզվածքների եռաչափ մոդելը: Սպիտակ գծերով նշված են ակտիվ խզվածքները, իսկ ուղանկյուններով՝ մոդելավորված տեղամասերը:

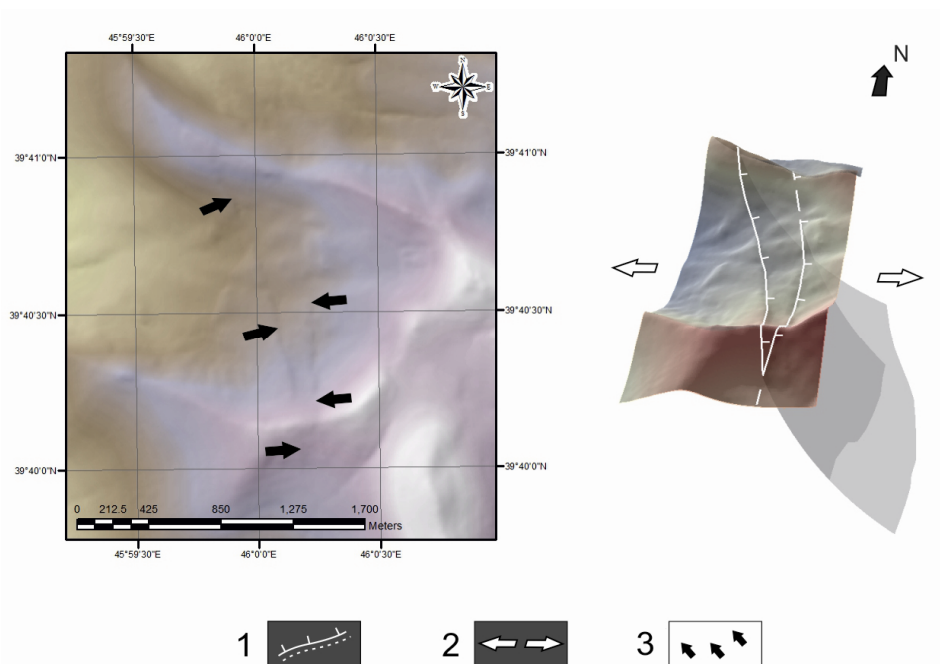
Դաշտային աշխատանքների դիտարկման արդյունքում այս հատվածի վերաբերյալ կարելի է առաջ քաշել 2 հավանական մոդել, որը և մենք փորձել ենք մոդելավորել՝ ArcScene միջավայրում (նկ. 3): Առաջին տարբերակը իրենից ներկայացնում է ծաղկաձև կառուցվածք (նկ. 3 - ա), իսկ երկրորդ տարբերակը բեք-տրասթ (back-trust, նկ. 3 - բ):



Նկ. 3: Հյուսիս-արևմտյան սեզմենտը և նրա հավանական երկու մոդելները (ա, բ): 1 – խզվածք, 2 – լարվածային դաշտ, 3 – բարձրացում, 4 – ցույց են տալիս խզվածքը բարձրությունների եռաչափ մոդելում:

Այն տեղամասերը, որտեղ խզվածքը մակերեսին հստակ արտահայտված չէ, նշված են գծիկներով:

Փամբակ-Սևան-Սյունիք խզման հարավ-արևելյան սեգմենտը (նկ. 4) ներկայացված է մակերեսին լավ արտահայտված 2 ճյուղերով, որոնք հատում են սառցադաշտային տրոգը: Այդ 2 ճյուղերը վարնետներ են՝ թույլ արտահայտված աջակողմյան կողաշարժով (Karakhanian et al. 1997a; Avagyan, 2001): Հարավային հատվածում այդ 2 ճյուղերը միանում են միմյանց: Ավելի դեպի հյուսիս և դեպի հարավ դրանք մարում են, այնուհետև հյուսիսում արտահայտվում Կառկառի սարավանդի հատվածում: Նրանք, հավանաբար, միանում են նաև խորքում: Վերը նկարագրածը մենք փորձեցինք մոդելավորել ArcScene միջավայրում (նկ. 4):



Նկ. 4: Հարավ-արևելյան սեգմենտը և նրա հավանական մոդելը: 1 – խզվածք, 2 – լարվածային դաշտ, 3 – ցույց են տալիս խզվածքը բարձրությունների եռաչափ մոդելում:

Եզրակացություն

Խզվածքների, որպես երկրաբանական իրական մարմինների, ծավալային ձևաչափերի որոշման, ինչպես նաև, հատկապես, սեյսմիկ վտանգի ճշգրիտ գնահատման համար, կարևոր է հստակ ունենալ ակտիվ խզվածքների եռաչափ մոդելները: Խզման դինամիկան, սեգմենտացիան, ինչպես նաև երկրաշարժերի խորությունները և դրանց հետ կապված էպիկենտրոնների հեռավորությունը հիմնական ակտիվ խզվածքից անմիջապես կապված են այդ խզվածքների հարթությունների եռաչափ երկրաչափության առանձնահատկու-

թյունների հետ: Մեր կողմից մշակված գործիքով կարելի է մոդելավորել այդ առանձնահատկությունները (նույնիսկ բավականին բարդ), որոնք օգնում են առավել խորությամբ վերլուծել և ճշմարտացիորեն ճանաչել խզվածքների հետ կապված պրոցեսները:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Avagyan A.** - Estimation des vitesses de déplacement et des périodes de retour des forts séismes sur le système de Faille de Pambak-Sevan-Sunik (Arménie). Segmentation et relations avec l'activité volcanique. 2001, Thèse, Université Montpellier 2.
- Karakhanian, A.S., Trifonov, V.G., Azizbekian, O.G., Hondkarian, D.G.,** 1997a. Relationship of the late Quaternary tectonics and volcanism in the Khonarasar active fault zone, the Armenian Upland. Terra Nova 9, 131-134.
- NorAtom Consortium** - Seismic hazard assessment for the construction site of a new power unit of the Armenian NPP, 2011.
- <http://arcscripsts.esri.com>
- <http://www.source-code.biz/snippets/vbasic/6.htm>

Շնորհակալություն

Հողվածագիրը իր շնորհակալությունն է հայտնում Ա. Ավագյանին, Ս. Նահապետյանին և Դ. Առաքելյանին աջակցության համար:

Գրախոսող՝ Ռ.Միրիջանյան

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗЛОМОВ

М.К. Мкртчян

Резюме

Трехмерное моделирование разломов актуально для визуализации их реальной геометрии и дальнейшего анализа. Кинематика и сегментация разломов, а также положение гипоцентров землетрясений, непосредственно связаны с 3d геометрическими особенностями плоскостей разломов.

Данная работа посвящена разработке нового программного модуля (основанного на платформе ArcGIS Desktop), генерирующего и моделирующего разломы в трехмерной среде. Модуль смоделирован на примере Памбак-Севан-Сюникского активного разлома и протестирован на северо-западном и юго-восточном его сегментах.

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE MODULE FOR THREE-DIMENSIONAL MODELING OF FAULTS

M.K. Mkrtchyan

Abstract

Accurate and complete modeling of faults in three dimensions is critical for visualization of their actual geometry and for the further analysis. Fault kinematics and segmentation, and location of earthquake hypocenters are directly related to 3D geometry features of the fault planes.

This article addresses development of a software module (based on ArcGIS Desktop platform) that generates and models faults in three-dimensional medium. The application was modeled by the example of the active Pambak-Sevan-Sunik Fault and tested for its NW and SE segments.

ՀԻՇԱՐԺԱՆ ՏԱՐԵԹՎԵՐ

ԷԴՈՒԱՐԴ ԵՓՐԵՄԻ ԽԱՉԻՅԱՆ
(ծննդյան 80 – ամյակին)



ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի կոլեկտիվը և ՀՀ ԳԱԱ “Գիտություններ Երկրի մասին” տեղեկագրի խմբագրությունը ի սրտե և ջերմորեն շնորհավորում են Հայաստանի գիտությունների ազգային ակադեմիայի ակադեմիկոս, կիրառական սեյսմաբանության և ինժեներային երկրաշարժագիտության ասպարեզներում ճանաչված մասնագետ, ՀՀ գիտության վաստակավոր գործիչ, ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի գլխավոր գիտաշխատող և Երևանի ճարտարապետության և շինարարության պետական համալսարանի շինարարական մեխանիկայի ամբիոնի վարիչ, տեխնիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր Է.Ե.Խաչիկյանին 80-ամյա հոբելյանի առիթով և ցանկանում առողջություն, ստեղծագործական երկարակեցություն և ամենայն բարիք:

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

ԱՐՄԵՆԱԿ ԵԶԵԿԻ ՔՈՉԱՐՅԱՆ
(Ծննդյան 100-ամյակին)
(1913 – 1986)



Լրացավ Հայաստանի երկրաբանական ծառայության ճանաչված գործիչներից մեկի, Հայաստանի վաստակավոր երկրաբան, 1967-1971թթ. ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի տնօրեն, երկրաբանա-հանքաբանական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր՝ ԱՐՄԵՆԱԿ ԵԶԵԿԻ ՔՈՉԱՐՅԱՆԻ ծննդյան 100-ամյակը:

Ա.Քոչարյանը ծնվել է 1913թ. հոկտեմբերի 15-ին Լոռու, Հ.Թումանյանի հայրենի Դսեղ գյուղում: Դպրոցն ավարտելով ուսումնառությունը շարունակել է Թիֆլիսի Անդրկովկասյան երկրաբանական-հետախուզական տեխնիկումում, որը գերազանց ավարտելուց հետո, աշխատել է Վրաստանի Ճիաթուրի մանգանի հանքավայրում որպես տեխնիկ-հետախույզ:

1935-1940թթ. Ա.Քոչարյանը սովորել է Երևանի պետական համալսարանի նորաբաց երկրաբանական ֆակուլտետում, որն ավարտելով 1940-1945թթ. աշխատել է ՀԽՍՀ ԳԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտում որպես գիտական աշխատող: Զբաղվել է բազմակողմանի երկրաբանական հետազոտություններով Ղափանի պղինձ-հրաքարային հանքային դաշտի սահմաններում: Աշխատանքների արդյունքներ ամփոփվել և ներկայացվել են որպես ատենախոսություն, որի համար 1945թ. նրան շնորհվել է երկրաբանա-հանքաբանական գիտությունների թեքնածուի աստիճան:

1970թ. Ա.Քոչարյանը Մոսկվայում հաջողությամբ պաշտպանում է դոկտորական ատենախոսություն, նվիրված Հանրապետության տարածքում հազվագյուտ տարրերի տեղաբաշխման օրինաչափությունների բացահայտման:

1945-1947թթ. Ա.Քոչարյանը աշխատում է ԽՍՀՄ Գունավոր մետալուրգիայի նախարարության «Արմցվետետոագվեդկա» կազմակերպության արտադրա-տեխնիկական բաժնի պետի պաշտոնում:

1950-1961թթ. Ա.Քոչարյանը աշխատանքի է անցնում ԽՍՀՄ Երկրաբանության մինիստրության մասնագիտացված “Գրոմովյան” արշավախմբի գլխավոր երկրաբանի ապա գլխավոր ինժեների և արշավախմբի պետի տեղակալի պաշտոններում: Նրա անմի-

ջական ղեկավարությամբ ու մասնակցությամբ իրականացվում են լայնածավալ աշխատանքներ Հայաստանի տարացքում հազվագյուտ՝ գլխավորապես ուրանի հանքային հումքի կուտակումների որոնման և հետախուզման, ինչպես նաև դրանց օգտագործման հեռանկարների որոշման ուղղությամբ:

1961-ից մինչև իր վախճանը (1986թ., հուլիսի 30-ին) Ա.Քոչարյանը կրկին աշխատում էր ՀՀ ԳԱԱ ԵԳԻ-ում՝ սկզբում գիտության գծով փոխտնօրենի, իսկ 1967-1971թթ. տնօրենի պաշտոններում:

Ա.Քոչարյանը երկարամյա գիտական աշխատանքներին բնորոշ էին հետազոտությունների լայն շրջանակ, մեծ պատասխանատվություն և նվիրվածություն: Նա զբաղվել է Հայաստանի տարբեր մետաղական և ոչ մետաղական հանքային հումքի տեսակների (պղինձ, մանգան, շինանյութեր, ապակու հումք, բնական ներկանյութեր և այլն) ուսումնասիրության և դրանց օգտագործման հեռանկարների հարցերով: Ա.Քոչարյանի հետազոտությունների կարևոր մաս են կազմել հատկապես հանքապետության տարացքում հազվագյուտ տարրերի տարածման, տեղաբաշխման և կուտակման օրինաչափությունների բացահայտման, ինչպես նաև դրանց հանքավայրերի և երևակումների առաջացման և գնահատման գիտական վերծրության և հնարավոր կիրառման առնչվող հարցեր:

Գիտահետազոտական աշխատանքին զուգընթաց, Ա. Քոչարյանը զբաղվել է նաև մանկավարժական գործունեությամբ: Շուրջ երկու տասնամյակ նա Երևանի պետական համալսարանի երկրաբանական ֆակուլտետում դասավանդել է օգտակար հանածոների հանքավայրերի երկրաբանություն առարկան:

Անվանի երկրաբանը 40-ից ավելի տպագիր աշխատությունների և շուրջ 200 հաշվետվությունների, գրախոսականների, ինչպես նաև բազում գիտահանրամատչելի հրատարակումների հեղինակ է: Զգալի են Ա.Քոչարյանի ծառայությունները նաև երկրաբանական գիտության պատմության բնագավառներում: Նա եղել է “Հայաստանի երկրաբանական ուսումնասիրվածություն” բազմահատորյակի գլխավոր խմբագիրը, զբաղվել է խմբագրական գործունեությամբ, ինչպես նաև մայրենի լեզվով մասնագիտական տերմիններ մշակմամբ, բազմիցս հանդես եկել երկրաբանական տարբեր հարցերին նվիրված զեկուցումներով ու հոդվածներով:

Ա.Քոչարյանի բազմամյա գործունեության զգալի հատվածը, հատկապես Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի տնօրենի և փոխտնօրենի պաշտոնավարման տարիներին, նվիրված է եղել նաև գիտակազմակերպական աշխատանքներին: Նա տարիներ շարունակ հանդիսացել է “Հայկական հանրագիտարանի” երկրաբանական սեկցիայի, “Հայաստանի բնություն”, ՀՀ ԳԱԱ “Գիտություններ Երկրի մասին” տեղեկագրի խմբագրությունների անդամ:

Հանրապետության ընդերքի ուսումնասիրման և մասնագիտական երիտասարդ կադրերի պատրաստման գործում ցուցաբերած

Երկարամյա, մեծ ավանդի համար Ա.Քոչարյանը պարգևատրվել է մի շարք Կառավարական պարգևներով և ՀՄԽՀ Գերագույն խորհրդի Պատվոգրով, նրան շնորհվել է «Հայաստանի վաստակավոր երկրաբան» պատվավոր կոչումը:

Ա.Քոչարյանի՝ Հայաստանի երկրաբանական ծառայության վաստակաշատ, ճանաչված գործիչի, նվիրյալ քաղաքացու, Մեծ Լոռեցու՝ Հովհաննես Թումանյանի գերդաստանի ներկայացուցիչներից մեկի, և միեվնույն ժամանակ արտակարգ համեստ, պարկեշտ, ընտանիքին նվիրված անձնավորության կերպարը միշտ վառ կմնա բոլոր նրան ճանաչողների հիշողության մեջ:

ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանության գիտությունների ինստիտուտ,
ՀՀ ԳԱԱ «Գիտություններ Երկրի մասին» տեղեկագրի խմբագրություն

ԿՈՆՍՏԱՆՏԻՆ ԳՐԻԳՈՐԻ ՇԻՐԻՆՅԱՆ
(ծննդյան 90-ամյակին)



Լրացավ վաստակաշատ երկրաբան, ճանաչված հրաբխագետ, ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի հրաբխագիտության լաբորատորիայի բազմամյա ղեկավար, Հայաստանի վաստակավոր երկրաբան, գիտությունների թեկնածու Կոնստանտին Գրիգորի Շիրինյանի ծննդյան 90-ամյակը:

Կ.Շիրինյանը ծնվել է 1923թ. հունվարի 25-ին, Վանաձոր (Կիրովական) քաղաքում, զինծառայողի ընտանիքում, վախճանվել է 2006թ., Երևանում:

1940թ. ավարտել է Երևանի Շահումյանի անվան միջնակարգ դպրոցը և ընդունվել Երևանի պետական համալսարանի երկրաբանական ֆակուլտետ:

1941թ. Կ.Շիրինյանը զորակոչվել է Սովետական բանակ, 1942թ. ավարտել է Լենինգրադի երրորդ հրետանային ուսումնարանը լեյտենանտի կոչումով, 1942-1944 թթ. ծառայել է Մոսկվայի ռազմական օկրուգի 20-րդ պահեստային դահուկային բրիգադում, այնուհետև՝ Բելոռուսական զինվորական օկրուգի ուսումնական հրաձգային դիվիզիայում:

Կ.Շիրինյանը 1946թ. զորացրվել է և շարունակել ուսումը Երևանի պետական համալսարանի երկրաբանական ֆակուլտետում:

1950թ., ավարտելով համալսարանը, ընդունվել է ՀՍՍՀ ԵԳԻ ասպիրանտուրա “Հրաբխագիտություն” մասնագիտությամբ, սովորել ակադեմիկոս Ա.Զավարիցկու ղեկավարությամբ: 1954թ. Մոսկվայում, ԽՍՀՄ ԳԱ Մետաղային հանքավայրերի երկրաբանության, պետրոգրաֆիայի, միներալաբանության և երկրաքիմիայի ինստիտուտում պաշտպանել է թեկնածուական ատենախոսություն “Հայաստանի որոշ հանքավայրերի չորրորդական հասակի տուֆերը և տուֆալավաները և նրանց ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների կախվածությունը տեղադրման պայմաններից” թեմայով, արժանանալով երկրաբանա-հանքաբանական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի:

1953թ.-ից Կ.Շիրինյանն անընդմեջ աշխատել է ԵԳԻ-ում որպես գիտաշխատող, 1955-1957թթ.՝ որպես գիտքարտուղար, 1963-1987թթ.՝ հրաբխագիտության բաժնի վարիչ, իսկ այնուհետև, մինչև իր կյանքի վերջը, որպես առաջատար գիտաշխատող:

Կ.Շիրինյանի երկարամյա գիտական հետազոտությունները նվիրված են եղել Հայաստանի նորագույն, պլիոցեն-չորրորդական հասակի հրաբխականությանն առնչվող բազմաթիվ հարցերի ուսումնասիրությանը: Արդյունքում ստորաբաժանվել են հրաբխային կառույցների առանձնահատկությունները և նրանց տեղաբաշխման ու զարգացման օրինաչափությունները, առանձնացվել են հրաբխային ժայթքումների տիպերը: Նրա կողմից մեծ ուշադրություն է դարձվել հրաբխածին տարաֆազիալ՝ տուֆերի, լավաների, խարամների, պեմզաների և այլ տիպի գոյացումների քիմիական, միներալային կազմին և պետրոքիմիական առանձնահատկություններին: Կ.Շիրինյանի կողմից իրականացված հետազոտությունները հնարավոր դարձրին առավել մանրամասնությամբ ստորաբաժանել Հայաստանում լայն տարածում ունեցող տուֆերը և տուֆալավաները, բացահայտել նրանց առաջացման պայմանները, պետրոգրաֆիական կազմի և ֆիզիկամեխանիկական հատկանիշների բնութագրերը, ինչպես նաև ժողտնտեսության տարբեր ոլորտներում կիրառման հնարավորությունները: Այդ բազմամյա ուսումնասիրությունների արդյունքները ամփոփվել են “Հայաստանի հրաբխային տուֆերը և տուֆալավաները” մենագրության մեջ (1961):

Կ.Շիրինյանի աշխատանքներում բազմիցս քննարկվել են նաև հրաբխագիտական առանձին տեսական հարցեր՝ նվիրված հրաբխայնության զարգացման առանձնահատկությունների և երկրակեղևում հրաբխային օջախների տեղաբաշխման, նրանցում տարբեր P-T պայմաններում ընթացող պրոցեսներին և ֆիզիկաքիմիական բնութագրերին: Բացի այդ, նրա հոդվածներում անդրադարձներ են կատարվել նաև հրաբխայնության և սելսմիկայի, հրաբխականության ու նավթաբերության փոխկապակցվածության, ինչպես նաև ընդերքի ջերմային էներգիայի օգտագործման հեռանկարային հարցերին:

Հրաբխագիտության լաբորատորիայի ղեկավարման տարիներին Կ.Շիրինյանը առանձնահատուկ ուշադրությամբ և հոգատարությամբ է վերաբերվել երիտասարդ մասնագետների կայացմանը: Նրա ղեկավարությամբ պաշտպանվել են մի շարք թեկնածուական ատենախոսություններ, ուսումնասիրվել են Հայաստանի տարածքի պլիոցեն-չորրորդական հասակի հրաբխային շրջանները: Կ.Շիրինյանի ղեկավարությամբ կազմվել է Հայաստանի տարածքում հայտնի հրաբուխների եռահատոր եզակի կատալոգ (1974), որում ներառվել է հրաբուխների երկրաձևաբանական, ապարների վերաբերյալ պետրոգրաֆիական և քիմիական տեղեկատվություն, ինչն ուղեկցվել է հրաբուխների տեղաբաշխման սխեմատիկ քարտեզով, ինչպես նաև կազմվել է հրաբխային խարամների կատալոգ:

Կ.Շիրինյանը հեղինակ և համահեղինակ է մոտ 160 գիտական աշխատությունների, 10-ից ավելի հաշվետվությունների, ինչպես նաև մի շարք գիտահանրամատչելի հոդվածների, նվիրված մաս-

նավորապես հրաբուխներին, բնական երկրաբանական հուշարձանների պահպանման հարցերին: Նա մեծ հեղինակություն էր վայելում նախկին ԽՍՀՄ և արտասահմանյան հրաբխագետների շրջանում: Կ.Շիրինյանը գիտական զեկուցումներով բազմիցս հանդես է եկել Միջազգային հրաբխագիտական գիտաժողովներում՝ Ռուսաստանում, Կանադայում, Անգլիայում, Իտալիայում, Ֆրանսիայում, Չեխոսլովակիայում:

Կ.Շիրինյանը երկար տարիներ Համամիութենական միներալաբանական ընկերության Հայկական բաժանմունքի նախագահի տեղակալն էր, Մոլորակաբանության Միջազգային ասոցիացիայի անդամ, Կովկասի միջգերատեսչական պետրոգրաֆիական հանձնախմբի նախագահի տեղակալ, “Հրաբխականություն և սելսմաբանություն” գիտական ամսագրի խմբագրական խորհրդի անդամ, ՀՀ ԳԱԱ “Գիտություններ Երկրի մասին” տեղեկագրի խմբագրության անդամ, միաժամանակ ակտիվ աշխատանք էր կատարում որպես Հայկական Հանրագիտարանի գիտական խմբագրության երկրաբանության բաժանմունքի անդամ:

Կ.Շիրինյանը, բեղմնավոր գիտական աշխատանքներին զուգընթաց, վարում էր նաև ակտիվ քաղաքական-հասարակական գործունեություն: Նույնիսկ իր կյանքի վերջին տարիներին նա մեծ ոգևորությամբ մասնակցում էր արշավախմբային աշխատանքներին, երիտասարդ աշխատակիցների հետ բարձրանում հրաբուխների գագաթը, սիրով կիսում իր հարուստ փորձն ու գիտելիքները:

Կ.Շիրինյանի հայրենանվեր և բազմամյա արգասավոր գիտական և հասարակական գործունեությունը գնահատվել է Ռազմական և Պետական պարգևներով, Վաստակագրերով, իսկ 1985թ. նրան շնորհվել է “ՀՍՍՀ վաստակավոր երկրաբան” պատվավոր կոչումը:

Կ.Շիրինյանը գիտությանը նվիրված, արտակարգ համեստ, բարեկիրթ և ազնիվ անձնավորություն էր և հիբրավի վայելում էր Ինստիտուտի ողջ կոլեկտիվի հարգանքը: Նրա՝ արժանի քաղաքացու, ընտանիքի օրինակելի հոր և ամուսնու, լավ գիտնականի և ընկերոջ հիշատակը միշտ կմնա գործընկերների և բոլոր նրան ճանաչողների հիշողության մեջ:

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

ԿՈՆՍՏԱՆՏԻՆ ԱՆԴՐԱՆԻԿԻ ՔԱՐԱՄՅԱՆ
(ծննդյան 90-ամյակին)



2013թ. լրանում է բազմավաստակ գիտնական, ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի գիտության գծով փոխտնօրեն, Քաջարանի գիտահետազոտական բազայի վարիչ, Հայաստանի մետաղական հանքավայրերի ճանաչված հետազոտող, ԽՍՀՄ Պետական մրցանակի դափնեկիր, Հայրենական Մեծ պատերազմի մասնակից, երկրաբանա-հանքաբանական գիտությունների դոկտոր Կոնստանտին Անդրանիկի Քարամյանի ծննդյան 90-ամյակը:

Կ.Քարամյանը ծնվել է Երևանում, 1923թ. դեկտեմբերի 7-ին, ծառայողի ընտանիքում: Վախճանվել է 1986թ. ապրիլի 3-ին, Երևանում:

1941թ., դպրոցն ավարտելուց անմիջապես հետո, Կ.Քարամյանը 18 տարեկան հասակում, որպես կամավոր մասնակցել է Հայրենական մեծ պատերազմին: Թբիլիսիի հրետանային ուսումնարանն ավարտելուց հետո, կրտսեր լեյտենանտի կոչումով, նա մեկնում է ռազմաճակատ: Մասնակցել է Ղրիմում, Ստալինգրադում, հարավային Ուկրաինայում և Մերձբալթիկայում մղված ճակատամարտերին: Կ.Քարամյանը արժանացել է «Կարմիր աստղ» երկու շքանշանների, «Ստալինգրադի պաշտպանության համար», «Քենիգսբերգի գրավման համար», «Գերմանիայի դեմ հաղթանակի համար» և այլ մարտական պարգևների:

1946թ., պատերազմի ավարտից հետո, Կ.Քարամյանը ընդունվում է Երևանի պետական համալսարանի երկրաբանական ֆակուլտետ և, ավարտելով այն, շարունակում է ուսումը ՀԽՍՀ ԳԱԱ ԵԳԻ ասպիրանտուրայում՝ «Մետաղական հանքավայրեր» մասնագիտությամբ: 1956թ. նա Մոսկվայում հաջողությամբ պաշտպանում է «Դաստակերտի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրի կառուցվածքը և առաջացման պայմանները» թեմայով, ատենախոսությանը՝ արժանանալով երկրաբանա-հանքաբանական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի:

Դեռ այդ տարիներին դրսևորվեց նրա, որպես հետազոտողի, ձիրքը՝ Չանգեզուրի մետաղական օգտակար հանածոների հանքավայրերի երկրաբանությանն առնչվող երևույթների բազմակողմանի և մանրակրկիտ ուսումնասիրման, հիդրոթերմալ պրոցեսների բացահայտման, մագմայականության զարգացման և հանքառաջաց-

ման փոխկապակցվածության պրոբլեմների վերծանման ասպարեզում:

Ամփոփելով այդ աշխատանքները, Կ.Քարամյանը 1976թ. Թբիլիսիում, Հանքային հումքի Կովկասյան ինստիտուտում, պաշտպանեց դոկտորական ատենախոսություն «Զանգեզուրի հանքային շրջանի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրերի երկրաբանական կառուցվածքը, ստրուկտուրաները և ձևավորման պայմանները» թեմայով:

Կ.Քարամյանի կազմակերպչական ձիրքը վառ դրսևորվեց ԵԳԻ Քաջարանի գիտահետազոտական բազայի ղեկավարի (1957-1984թթ) և ԵԳԻ գիտության գծով փոխտնօրենի (1967-1971թթ.) պաշտոնավարման տարիներին: Նրա անմիջական մասնակցությամբ ու ղեկավարությամբ երիտասարդ հետազոտողների խումբը երկար տարիներ նպատակաուղղված զբաղվել է Զանգեզուրի հանքային շրջանի և, առաջին հերթին, Քաջարանի ու Ագարակի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրերի երկրաբանական կառուցվածքի և առաջացման պայմանների համալիր և մանրամասն ուսումնասիրություններով: Զուգահեռաբար ուսումնասիրվել են Հարավային Կովկասում խոշորագույն՝ Մեղրու մագմայական զանգվածի ձևավորման հարցերը, որոնք ուղեկցվել են տարբեր մասշտաբների երկրաբանական և մասնագիտացված քարտեզների կազմման աշխատանքներով: Բացի նշանակալի գիտական արժեքներ կայացնելուց, այդ աշխատանքների արդյունքները մեծապես նպաստեցին արագ և նպատակաուղղված օժանդակելու հանքային շրջանի հանքավայրերի շահագործման ընթացքում ծագող բազում երկրաբանական խնդիրների լուծման գիտական հիմնավորումներին: Մասնավորապես դրանք երկրաբանական հիմք հանդիսացան նախկին ԽՍՀՄ Պաշարների Պետական Հանձնաժողովի կողմից Քաջարանի հանքավայրի ընդհանուր պաշարների հաստատման հարցում: Այդ աշխատանքի համար Կ.Քարամյանը համահեղինակությամբ արժանացել է ԽՍՀՄ Պետական մրցանակի (1989թ.):

Նրա ջանքերի շնորհիվ Քաջարանում կազմակերպվել են գիտական լաբորատորիաներ, ստեղծվել և ներկայումս էլ գործում է երկրաբանական թանգարան, որտեղ ցուցադրված է հանքային շրջանի ապարների և տարբեր հանքավայրերի հանքանյութերի ներկայացուցչական եզակի նմուշների հավաքածու, որն ունի մեծ գիտական, ճանաչողական և պատմական արժեք:

Շատ լայն և բազմակողմանի են եղել Կ.Քարամյանի գիտական հետաքրքրությունների շրջանակները: Նա հեղինակ և համահեղինակ է 6 մենագրությունների և ավելի քան 90 գիտական աշխատությունների, նվիրված Զանգեզուրի շրջանի երկրաբանությանն առնչվող տարբեր հարցերին, որոնք հրատարակված են միջազգային, համամիութենական և հանրապետական գիտական մամուլում: Դրանցից հատուկ հիշատակման են արժանի «Զանգեզուրի

հանքային շրջանի երկրաբանական կառուցվածքի, տեկտոնիկայի և հանքաբերության առանձնահատկությունները» (1978թ.), «Դաստակերտի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրի կառուցվածքը և ձևավորման պայմանները» (1962), «Քաջարանի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրը» (1969), և այլ աշխատություններ: Նա զեկուցումներով բազմիցս մասնակցել է արտասահմանյան երկրներում կայացած մի շարք միջազգային գիտաժողովների և կոնֆերանսների աշխատանքներին, ներկայացնելով հանրապետությունում պղինձ-մոլիբդեն-պորֆիրային ֆորմացիայի հանքավայրերի ուսումնասիրման ասպարեզում ձեռք բերած նվաճումները, որոնք ունեն զգալի գիտական արժեք:

Կ.Քարամյանի կարճատև, սակայն շատ բեղմնավոր, իմաստալից ու ակտիվ կյանքը Հայրենիքին և իր սիրած գործին մեծ նվիրումով ծառայելու վառ օրինակ է: Մեծ հայրենասերի, քաղաքացու, գիտության ու ընտանիքին նվիրված անձնավորության, միաժամանակ արտակարգ համեստ և կենսախինդ գործընկերոջ կերպարը միշտ վառ կմնա բոլոր նրան ճանաչողների հիշողության մեջ:

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