

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



2011

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, 2011

ՀՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԳԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ

ԹԻՎ 1

ՀԱՏՈՐ 64

2011

ԲՈՎԱՆԳԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Ա.Վ.Ավագյան. Տեկտոնական խախտումների մերձմակերեսային երկրաչափական բարդացումները Հայաստանի Հանրապետության տարածքի օրինակով	3
Մ.Ա. Ավանեսյան, Բ.Ռ. Դուրգարյան, Ս.Հ. Բաբայան, Լ.Ս. Ասատրյան, Մ.Ռ. Գևորգյան, Մ.Հ. Սիմոնյան, Ա.Ռ. Առաքելյան, Ս.Ռ. Առաքելյան, Ա.Ս. Մկրտչյան. Վաղոց ձորի մարզի տարածքի սելսմիկ վտանգի և բնածին երկրաբանական երևույթների համալիր գնահատում	17
Ա.Հ. Սահակյան, Ս.Ն. Նազարեթյան. Սպիտակի 1988թ. երկրաշարժի հետցրնցումների օջախային սպեկտրների առանձնահատկությունները	30
Կ.Ա. Կարապետյան, Ա.Ջ. Զիլինգարյան. Էլեկտրահետախուզական տվյալների միաչափ էներգետիկ ֆիլտրացիան (Սոտքի ոսկու հանքավայրի օրինակով)	37
Կ.Ս. Վարդանյան, Ն.Մ. Պողոսյան. Հայաստանի տարածքի ջերմային հոսքի քարտեզը ռելիեֆի համար ուղղման հաշվառումով	43
Յու.Գ. Աղբալյան. Հարստմանի գլոբալ էներգետիկ ցանցի ուսումնասիրության մեթոդները (երկրաֆիզիկական անոմալիա): Մաս 4. Գլոբալ էներգետիկ ցանցի հնարավորությունների օգտագործումը երկրի մակերևույթի առանձին տեղամասերի տեղաշարժերի մեծության որոշմամբ	47
Ա. Ա. Ավագյան, Ա. Ա. Առաքելյան. ՀՀ գետերի, ջրահավաք ավազանների և նրանց հատկությունների կողմնորման մեթոդի մասին	57
Ա. Է.Մխիթարյան. Ավարանի ջրամբարի մակարդակների ռեժիմը և առավելագույն լցվածության մակարդակի կանխատեսումը	67

СОДЕРЖАНИЕ

А.В. Авагян. Приповерхностные осложнения геометрии разрывов на примере территории Республики Армения	3
М.А. Аванесян, Р.Р. Дургарян, С.Г. Бабаян, Л.С. Асатрян, М.Р. Геворкян, М.А. Симонян, А.Р. Аракелян, С.Р. Аракелян, А.С. Мкртчян. Комплексная оценка сейсмической и природных геологических опасностей для территории Вайоцзорского марза	17
А.А. Саакян, С.Н. Назаретян. Особенности очаговых спектров афтершоков Спитакского землетрясения 1988 г.	30
К.А. Карапетян, А.З. Чилингарян. Одномерная энергетическая фильтрация данных электроразведки (на примере Соткского золоторудного месторождения)	37
К.С.Варданян, Н.М.Погосян. Карта теплового потока территории Армении с учетом поправки за рельеф	43
Ю.Г.Агбалиян. Методы исследования глобальной энергетической сети Хартамана (геофизическая аномалия). Часть 4. Использование возможностей глобальной энергетической сети при определении величины смещения отдельных участков земной поверхности	47
А. А. Авакян, А. А. Аракелян. О методе кодирования рек, водосборных бассейнов Республики Армения и их характеристик	57
А.Э.Мисакян. Режим уровней Апаранского водохранилища и прогноз уровня максимального наполнения	67

TABLE OF CONTENT

A. Avagyan. Complexities examples of rupture superficial geometry of Republic Armenia territory.....	3
M.A. Avanesyan, R.R. Durgaryan, S.H. Babayan, I.S. Asatryan, M.R. Gevorgyan, M.H. Simonyan, A.R. Arakelyan, S.R. Arakelyan, A.S. Mkrtchyan. Assessment of the seismic hazard and natural geological processes in the Vayots Dzor marz	17
A. H. Sahakyan, S. N. Nazaretyan. Peculiarities of the aftershock source specters of 1988 Spitak earthquake	30
K. A. Karapetyan, A. Z. Chilingaryan. One-dimensional power filtration of the electroinvestigation data (on an example of Sotk gold deposit)	37
K.S.Vardanyan, N.M. Poghosyan. Deep heat flow of the territory of Armenia in case of correction for relief	43
Yu. Aghbalyan. Methods of investigation of the energetic Hartman's lattice (the geophysical anomaly). Part 4. The using of possibility of global energetic lattice for determination of value of displacement of the parts of Earth's surface	47
A. A. Avagyan, A. A. Arakelyan. About the coding system of rivers, catchment basins and their characteristics of the Republic of Armenia	57
A.E.Misakyan. The regime of Aparan reservoir's levels and the forecast of maximum fullness level	67

**ՏԵԿՏՈՐԱԿԱՆ ԽԱՍՏՈՒՄՆԵՐԻ ՄԵՐՉՄԱԿԵՐԵՄԱՅԻՆ
ԵՐԿՐԱՉԱՓԱԿԱՆ ԲԱՐՂԱՅՈՒՄՆԵՐԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ
ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ՏԱՐԱԾՔԻ ՕՐԻՆԱԿՈՎ**

© 2010 թ. Ա.Վ.Ավագյան

ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ,
0019, Երևան, Մարշալ Բաղդասյան, 24ա, Հայաստանի Հանրապետություն
E-mail: avagn@yahoo.fr
Հանձնվել է խմբագրություն 9.02.2011 թ.

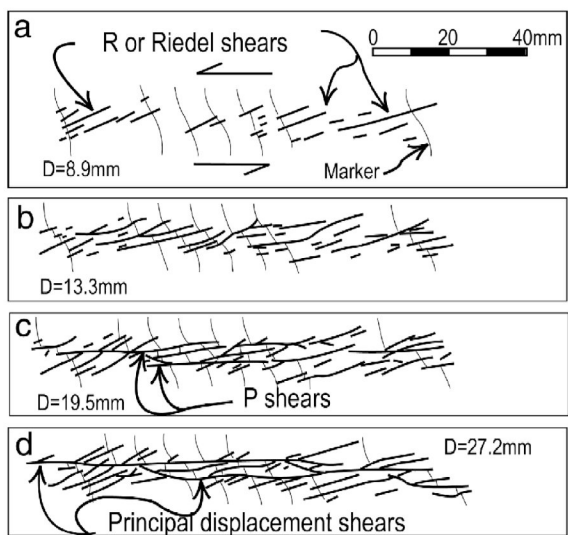
Հոդվածում քննարկվում է Հայաստանի Հանրապետության տարածքում
դիտարկված մակերեսային խախտումների բարդացումների մեկնաբանման
դժվարությունները: Բերվում են տարբեր կինեմատիկ իրավիճակներում ար-
տահայտված խախտումների թվացյալ կինեմատիկայի օրինակներ: Հիմնավորվում
է խաչածև վերլուծությունների կարևորությունը՝ հաշվի առնելով երկրաբանական
կառուցվածքը, կինեմատիկ իրավիճակը և ռելիեֆի ձևափոխվածքը:

**1. Տեսական հիմնավորում (պլանում և կտրվածքում խզման
տարածաժամանակային զարգացումը)**

Երկրակեղևի փուխը դեֆորմացիաների (brittle stain) տիրույթում
տեկտոնական խզվածքների հարթությունների ձևաբանությունը կախված
է մի շարք գործոններից: Դրանց մեջ կարևորագույններն են՝ երկրաբա-
նությունը, նրա կառուցվածքը, միջավայրի համասեռությունը, խզման
կինեմատիկան, նրա տարածումը և հարաբերությունը լարվածության դաշ-
տի հետ, խզման անկումը, տեղաշարժի մեծությունը և այլն: Խզվածքների
հարթությունների ձևաբանությունն առավել բազմազան և բարդ է մերձ-
մակերեսային տիրույթում (մինչև մի քանի տասնյակ մետրեր), ուր լիթո-
ստատիկ թեռնվածությունը (lithostatic load) ձգտում է նվազագույնի, ընդ
որում, խզման ձևաբանությունը բարդանում է ոչ միայն կտրվածքում, այլև
պլանում: Այս տիրույթում խզման ձևաբանության վրա սկսում է ազդել
նաև երկրի մակերևույթի ձևափոխվածքը (մորֆոլոգիան) հատկապես
կողաշարժված ռելիեֆի դեպքում:

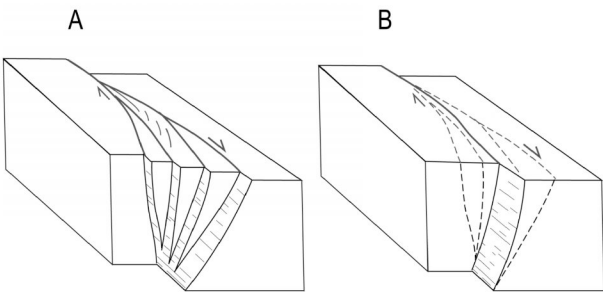
Խզման երկրաչափությունը փոփոխվում է ոչ միայն տարածության,
այլև ժամանակի մեջ: Պլանում տարածա-ժամանակային կողաշարժային
(strike-slip fault) խզվածքավորման զարգացումը փորձաքարական
ճանապարհով ստացել են բազմաթիվ հեղինակներ (e.g. Riedel, 1929;
Cloos, 1955; Tchalenko, 1970; Naylor et al., 1994; նկ. 1):

Արդյունքները ցույց են տալիս, որ սկզբնական էտապում երկրի
մակերեսի խախտումներն (օգտագործվում է նաև խզումներ տերմինը –
rupture) արտահայտվում են բազմաթիվ չկապակցված սեզմենտներով,
սակայն նրանցից խոշորները միանում են խորքում հիմնական խզված-
քին: Կտրվածքում խզման մակերեսի մոտ ճյուղավորման ծաղկային
կառուցվածքի (flower structure) բազմաթիվ օրինակներ նկարագրված են



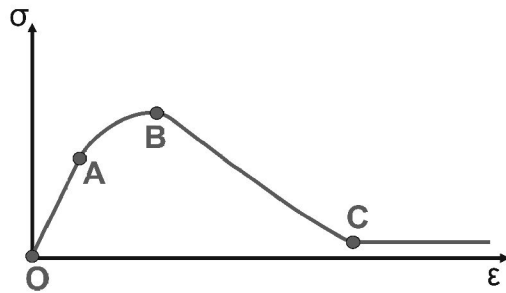
Նկար 1. Կողաշարժային խզվածքավորման տարածա-ժամանակային զարգացումը պլանում՝ ստացված փորձարարական ճանապարհով (Tchalenko, 1970)։

նաև Հայաստանի հանրապետության տարածքում (e.g. Karakhanyan et al., 2004; Avagyan 2009, 2010)։ Այս սկզբունքով՝ Վանաձորի և Ֆիոլենտովի իջույթների կառուցվածքային ուսումնասիրությունների հիման վրա առաջարկվել էր կողաշարժային խզվածքների առավել ձևավորված փուլերի պարզեցված մոդելը (նկ. 2, Avagyan, 2001)։



Նկար 2. Վանաձորի և Ֆիոլենտովի իջույթների կառուցվածքային ուսումնասիրությունների հիման վրա խզումների զարգացման երկու առավել ձևավորված էտապների պարզեցված բլոկ դիագրամները (Avagyan 2001)։

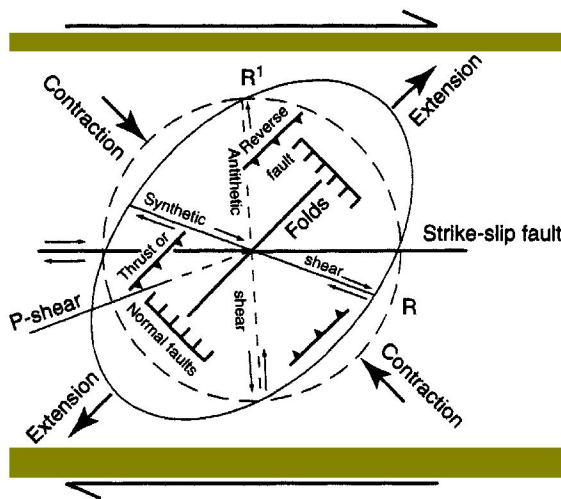
Ժամանակի ընթացքում սեգմենտների զգալի մասը դառնում է ոչ ակտիվ և տեղաշարժերը հիմնականում կենտրոնանում են խորքում գտնվող հիմնական խզման վերևում։ Վերջինս անգլայեզու գրականության մեջ անվանվում է մաստեր կամ հիմնական խզում (master or primary fault)։ Լարվածա- դեֆորմացիոն դիագրամում այն ձևավորվում է ամբողջական խախտման փուլում (C-ից հետո, նկար 3)։ Լունինայի ներկայացրած (Lunina et al., 2008) դիագրամում (նկար 3) O-A դեֆորմացիաների էլաստիկ փուլը (երբ դեֆորմացիաները դեռ շրջադարձելի են) համապատասխանում է Չալենկոյի մոդելի (նկար 1) a փուլին, A-C պլաստիկ և փոխար դեֆորմացիաների փուլը՝ համապատասխանաբար b և c փուլերին և C-ից հետո փոխար դեֆորմացիաներին՝ d փուլին։



Նկար 3. Խզվածքավորման գոտու զարգացման փուլերի լարվածա-դեֆորմացիոն դիագրաման, Էլաստիկ դեֆորմացիայից մինչև ամբողջական խախտման փուլը ըստ Լունինայի (Lunina et al., 2008):

Ընդհանրապես փոխար երկրակեղևի խզումային դեֆորմացիաները մեծապես պայմանավորված են լարվածության դաշտի մեծությունով և ուղղվածությամբ: Խզվածքավորման հետ համադրմամբ առանձնացվում են կողաշարժային, վերնետային և վարնետային լարվածային ռեժիմներ (stress regime): Կախված երկրաբանական կառույցների և լարվածությունների առանցքների տարածմամբ՝ մեկ առանձին վերցրած լարվածային ռեժիմի պայմաններում կարող են տեղի ունենալ զանազան կինեմատիկաների դեֆորմացիաներ: Դրա լավագույն օրինակներից է կողաշարժային ռեժիմի համար ներկայացված դիագրաման ըստ Վիլկոքսի (Wilcox et al., 1973; նկ. 4): Այն կօգնի մեզ հասկանալ կողաշարժային սեգմենտների երկայնքով այսուհետ բերվող օրինակները:

Երկրակեղևի կտրվածքում խզումների կինեմատիկայից կախված՝ առավել բարդ ձևաբանություն ունի վերնետային խզումը (reverse fault): Դրա դասական դարձած օրինակը ներկայացված է Սպիտակի 1988 թվականի երկրաշարժի համար Հերվե Ֆիլիպի կողմից (Philip et al., 1992):



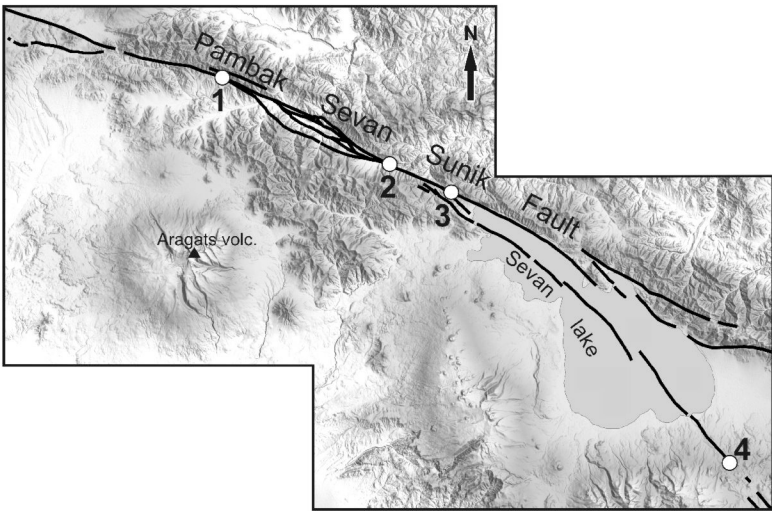
Նկար 4. Կողաշարժային ռեժիմի համար դեֆորմացիաների դիագրաման ըստ Վիլկոքսի (Wilcox et al., 1973)

Առանձին հետաքրքրություն է ներկայացնում մակերեսային դեֆորմացիաները, երբ հիմնական խզումը չի հասնում մակերես՝ ձևավորելով համեմատաբար ընդարձակ, բայց գծայնոյեն տեղաբախշված դեֆորմացիաների գոտիներ: Նման խզումներն անվանվում են կույր (blind fault) և

առավելապես գոյանում են անտիկլինալների առանցքային մասում:

Երկրորդային մակերեսային պատռվածք տեղի է ունեցել Սպիտակի երկրաշարժի ժամանակ, մեկ առանձին սեյսմիկ իրադարձության համար, երբ հիմնական խզման ճակատը (rupture front) դեռ չէր հասել գետնի

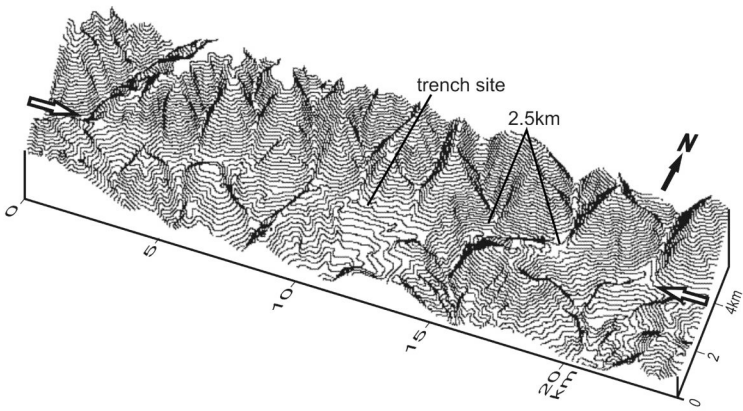
մակերես, ընդ որում, երկրորդային մակերեսային խախտման դեպքում տեղաշարժի կինեմատիկան տարբերվում էր ընդհանրական տեղաշարժից, երբ խզումն արդեն պատռել էր մակերեսը (Avagyan et al., 2003):



Նկար 5. Փամբակ-Սևան-Սյունիք խզման երկայնքով տեղադրված տեղամասերը: 1-Գոգարան, 2- Ֆիոլետովո, 3 – Սեմիոնովկա, 4- Ծուռսար:

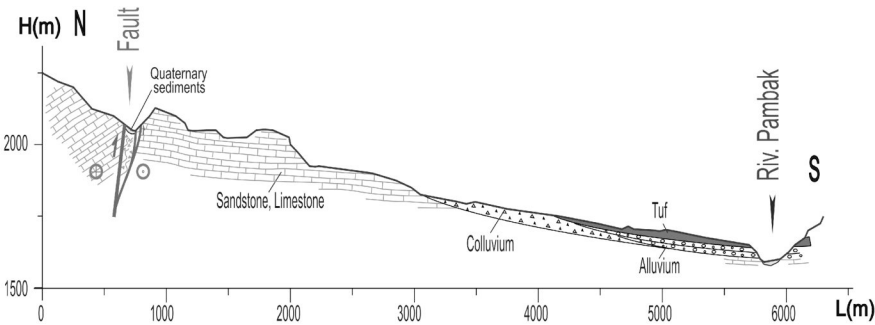
2. Գոգարանի տեղամաս

Պալեոսեյսմաբանական աշխատանքների ընթացքում մերձմակերեսային խախտումների բարդացումներ դիտարկվեցին Փամբակ-Սևան-Սյունիք աջակողմյան խզման մի շարք տեղամասերում, որոնցից չորսը պատկերված են նկ. 5-ում: Արփի-Վանաձոր սեգմենտի Գոգարանի տեղամասը գտնվում է Վանաձոր քաղաքից 24կմ հյուսիս – արևմուտք:



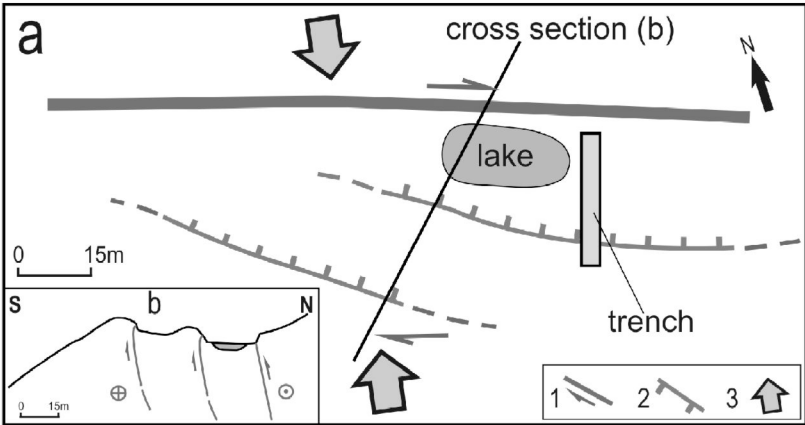
Նկար 6. Գոգարանի տեղամասի 3D եռաչափ մոդելը: Սպիտակ սլաքները ցույց են տալիս խզման տարածումը: Ամենախոշոր հորիզոնական տեղաշարժի մեծությունը և խրամուղու տեղը (trench site) ցույց են տրված:

Գոգարանի տեղամասում խզումը լավ արտահայտված է ռելիեֆի վրա (նկ. 6), ուր կարելի է դիտարկել բազմաթիվ իջույթներ, որոնք կապված են sag pond (իջույթ, որը առաջանում է զուգահեռ երկու սեզմենտների միջև) և shutter ridge (առաջանում է խզմանն ուղղահայաց կողային ջրբաժանի հորիզոնական տեղաշարժմամբ) տեկտոնական ձևափոխվածքների առաջացման հետ: Նման մի իջույթ պատկերված է երկրաբանական կտրվածքի սխեմայում (նկար 7), ուր խզումն ունի ծաղկային կառուցվածք:

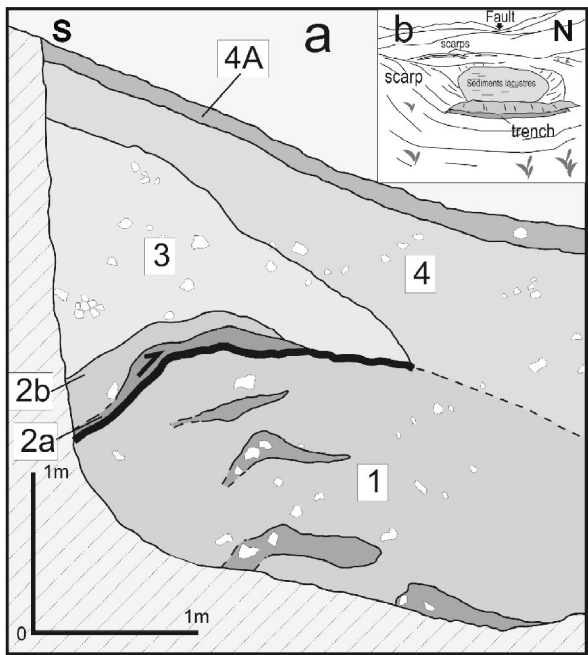


Նկար 7. Երկրաբանական կտրվածքի սխեմա: Այն անցնում է նկար 6-ում բերված ամենամեծ հորիզոնական տեղաշարժված գետահունից արևելք, դեպի Փամբակ գետի հովիտը:

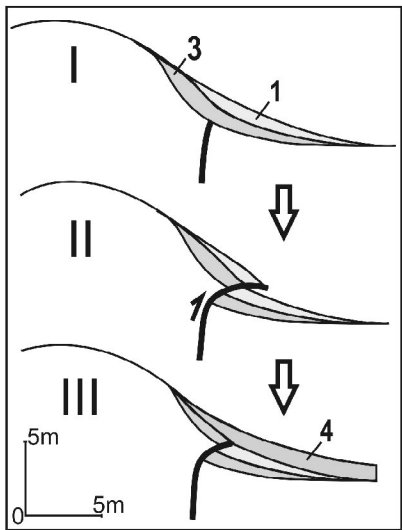
Գոգարանի տեղանքում դիտարկվում են ձախ էշելոնով տեղակայված մոտ 50մ երկարությամբ հյուսիսահայաց սկարպեր (scarp), տեղադրված հիմնական խզումից հարավ (նկ. 8), որոնք հիմնական խզման հետ կազմում են միջինը 13° անկյուն: Հաշվի առնելով վերը նշվածը, խզման աջակողմյան կինեմատիկան և հենվելով Վիկտորի դիագրամի վրա (նկ. 4), այս սեզմենտները պետք է ունենան վարնետային (normal) բաղադրիչով աջակողմյան շարժում 5մ բարձրությամբ և մինչև 45° –ի հասնող թեքությամբ (սկարպի հիմքից մոտ 2մ վերև) սկարպի տակ փորված խրամուղում նկատվեց վերնետային բաղադրիչով խզում (reverse fault; նկ. 9):



Նկար. 8. a- խրամուղու (trench) տեղանքի կինեմատիկ քարտեզը, 1- կողաշարժ, 2- վարնետ, 3- տարածաշրջանային սեղմման առանցքի հորիզոնական բաղադրիչը: Կտրվածքը (cross section) ցույց է տրված b-ում:



Նկար. 9. Գոգարանի խրամոտքի NW պատի քարտեզի հարավային հատվածը: 1- կավային մատրիկալ (matrix) կոյուվի, որը պարունակում է մինչև 15սմ արամագծով շաքր կրաքարային բեկորներ և սև կավային ուսպրնյակներ, 2a, 2b – սև և դեղնավուն շփման կավեր (gouge), 3- կոյուվի դեղնավուն կավային մատրիկալ և մինչև 15սմ արամագծով շաքր կրաքարային բեկորներով, 4- կոյուվի գորշ կավային մատրիկալ և մինչև 12սմ արամագծով շաքր կրաքարային բեկորներով, 4A-գործող հողաշերտ: b – խրամոտքի աեղադիրքի նկար:



Նկար. 10. Հետադարձ վերլուծություն: Թվերը ցույց են առաջարկում շերտագրական միավորները:

Խզման հարթության դեպի հարավ անկումը մակերեսի մոտ իրականում համապատասխանում է քվացյալ (apparent) վերնետային խզմանը: Գործընթացն ավելի լավ հասկանալու համար իրականացվեց հետադարձ վերլուծություն, որը հնարավորություն տվեց առաջարկելու զարգացման հերթականություն՝ ներկայացված նկ. 10-ում: Խզման հարթությունը մերձմակերեսային հատվածում ընդունում է ուղղահիգին մոտ դիրք: Նրա աշխատանքի II-րդ փուլում բարձրացած բեր մղվում է դիմացի

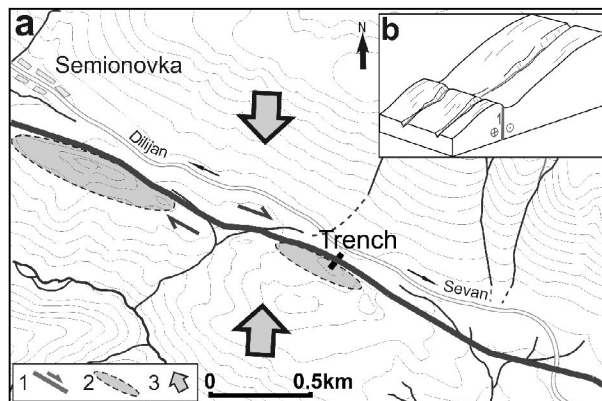
ազատ տարածք և ծանրության ուժի ազդեցության տակ իջնում ենք՝ ծածկելով իջած բեր: Այսպիսով, ուղղահիգ, կամ ուղղահիգին մոտ վերնետային խզման և փոխար ու վատ կապակցված գրունտների դեպքում հնարավոր է դառնում մակերեսին ունենալ քվացյալ վերնետային պատկեր: Իհարկե, վերը նշվածը տեղի չէր ունենա, եթե խզումը պատռեր ժայռային կամ բավարար կոնսոլիդացած ապարներ:

3. Ֆիզիկո-Մեմիոնովկաի տեղամաս

Մերձակերեսային խզվածքավորման բարդացումների հաջորդ ցայտուն օրինակ դիտարկվեց Մեմիոնովկա գյուղից մոտ 1.5կմ հարավ արևելք (նկ. 11):

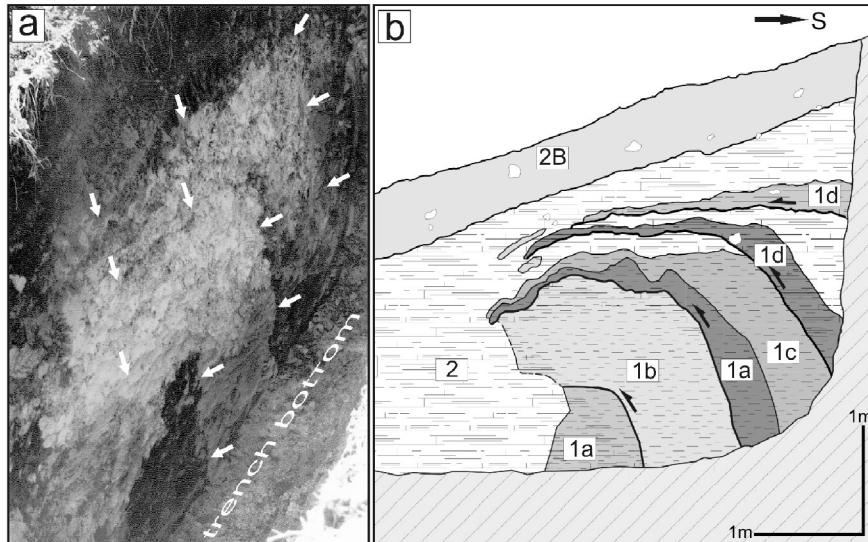
Այս տեղամասում Փամբակ-Սևան-Սյունիք խզումը նույնպես լավ արտահայտված է ռելիեֆի ձևափոխվածքում: Խզման ակտիվությամբ պայմանավորված, տեղանքում առաջացել են սեղմման կատարներ (pressure ridge) (նկ. 11), որոնց հյուսիս-արևելյան ստորոտով անցնում է խզվածքը: Մեմիոնովկայից դեպի հարավ-արևելք խզումը բաժանվում է երկու ճյուղերի (նկ. 5)՝ եզրելով Չկնագետի իջույթը (Милановски, 1968):

Ի տարբերություն Գոգարանի, այստեղ իրականացված խրամուղու մեջ հնարավոր եղավ ակնադիտորեն արձանագրել մերձողաձիգ խզման հարթության կորացումը և թվացյալ միջին և փոքր անկմամբ վերնետային խզման ձևավորումը (նկ. 12): Վառ գունավորված կավային գրունտները (նման դիտարկված նաև Գոգարանի խրամուղում) իրարից բաժանված էին մի քանի խզման հարթություններով, որոնց անկումները դեպի խորքը մեծանում էին մոտենալով ուղղաձիգին: Կավերի նման գունավորումը հավանաբար կապված է խզման գոտում հիդրոթերմալ փոփոխությունների հետ:



Նկար 11. Մեմիոնովկա տեղամասի քարտեզը (a), ուր նշված է խրամուղու (trench) տեղադիրքը և տեղանքի բլուկ-դիագրամը (b): 1- կողաշարժ, 2- սեղմման կատարներ (pressure ridge), 3- տարածաշրջանային սեղմման առանցքի հորիզոնական բաղադրիչը:

Հետաքրքիր է, որ այս անկումները խզման վերջավորությունում (դեպի հյուսիս) արդեն հակառակ ուղղվածություն ունեն (մինչև $30-40^{\circ}\text{N}$), համեմատած նրանց դեպի խորք գնացող հատվածների հետ (մինչև 79°S) (նկ. 12), և եթե մենք միայն դիտարկեինք վերջին (հյուսիսային) հատվածը, ապա պետք է արձանագրեինք վարնետ, որն իրականում կլիներ թվացյալ:

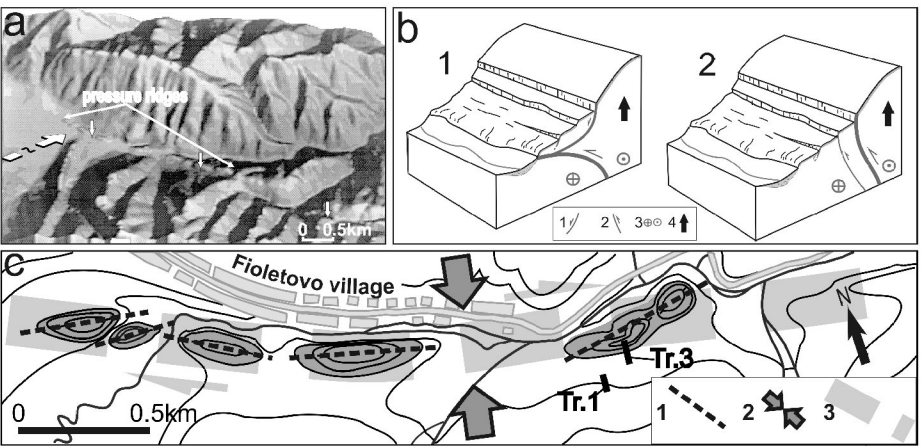


Նկար 12. Մեմբոնովկաի տեղամասի խրամոտու լուսանկարը (սլաքները ցույց են տալիս խզման հարթությունները) (a) և արևելյան պատի քարտեզը (b): Տառերով և թվերով ցույց են արված տարրեր գոմավորում ունեցող կավային և կավավազային գրունտները (1a, 1b, 1c, 1d, 2) և գործող հողաշերտը (2B) (մանրամասները տես Philip et al., 2001):

Առանձին հետաքրքրություն է ներկայացնում Ֆիոլետովոյի տեղամասը, ուր խզման գոտում գոյացել են երկարաձգված բլուրներ (նկար 13): Դրանց գոյացումը, պայմանավորված միայն կողաշարժային կինեմատիկայով, փորձարարական եղանակով ստացվել էր Ջեֆ Ռիցի կողմից (տես Avagyan, 2009): Ֆիոլետովոյի տեղամասի դեպքում լրացուցիչ առկա է նաև հյուսիս – հարավ սեղմում (նկ. 13): Այս տեղամասի մասին բավական գրվել է (Rebai et al., 1993; Philip et al., 2001; Avagyan, 2001; Karakhanyan et al., 2004), ուստի մենք կրնարկենք խզումների երկրաչափությունը և կառաջարկենք առավել հնարավոր խզման մոդելները:

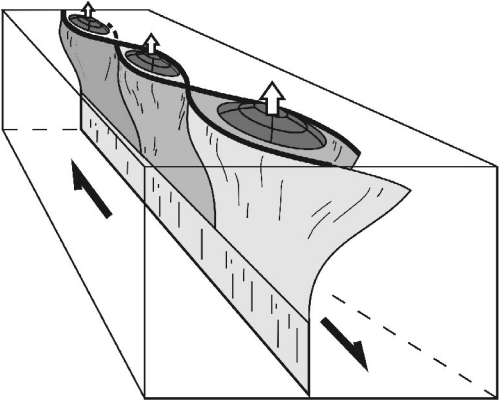
Կողաշարժային լարվածային ռեժիմում խզվածքագոյացման ժամանակ առաջացած Ֆիոլետովոյի բլուրներն իրենցից ներկայացնում են սեղմման կատարներ, նրանց դասավորությունն աջ էշելոնային է (չհաշված արևմուտքից 3-րդ բլուրը), ի տարբերություն Գոգարանի տեղանքում դիտարկվածի: Վերջինս լավ երևում է նկար 13-ում ներկայացված բլուրների առանցքներով: Աջակողմյան տեղաշարժի հետ համադրմամբ, ասյտեղ սեգմենտները պետք է աջակողմյան կողաշարժի հետ ունենան վերնետային բաղադրիչ (տես Վիլկոկսի դիագրաման, նկար 4), սակայն, ի հակառակ դրան, ասյտեղ բլուրներն եզրավորող խզումներից մեկի վրա փորված 3-րդ խրամոտում (Tr. 3 նկ. 13) դիտարկվեց վարնետային խզում, իսկ 1-ում, որը գտնվում էր որոշակի հեռավորության վրա՝ լարվածության դաշտի հետ համահունչ վերնետային խզում (Philip et al., 2001; Avagyan, 2001):

Նման կինեմատիկական պայմաններում կարող ենք ունենալ երկու առավել հնարավոր տարբերակ. առաջին դեպքում (1, b նկ. 13) վարնետ, որի խզման հարթությունը մակերեսի մոտ կտրուկ փոքրանում է



Նկար 13. Ֆիոլետովոյի տեղամասի խզման գոնան եռաչափ մոդելում (a) և քարտեզում (c) (1- վարնետ, 2- վերնետ, 3- կողաշարժ, 4- բլոկի բարձրացում), առաջարկվող խզման մոդելների բլոկ դիագրամները (b): 1- բլոկների առանցքները, 2- սեղմման տարածաշրջանային առանցքը, 3- խզման գոտին:

(Սենիոնովկաի խրամուղում դիտարկված խզումների օրինակով) և նրա վերևում գոյանում է երկրորդային վարնետային խզում: Երկրորդ դեպքում (2, b, նկ. 13) վերնետային խզման հարթության անկումը մակերեսի մոտ շրջվում է՝ դառնալով վերնետայինից վարնետային (ուղղաձիգին մոտ խզման հարթությամբ): Ընդ որում, սեզմենտները, որոնք բլոկները շրջափակում են, ունեն պարտրակերպ (հելիկոիդալ) հարթություններ և աշխատում են մկրատային սկզբունքով՝ ապահովելով բլոկների բարձրացումը (նկար 14): Այսպիսով, Ֆիոլետովոյի տեղամասում բլոկները եզրավորող խզումները մակերեսի մոտ կամ երկրորդային վարնետներ են, կամ թվացյալ վարնետներ:

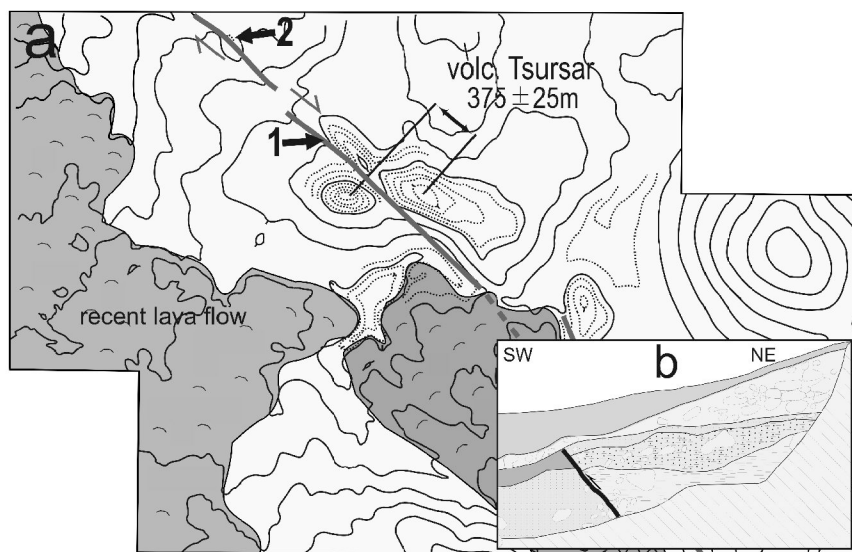


Նկար 14. Ֆիոլետովոյի տեղամասի խզման հելիկոիդալ հարթությունների սեզմենտավորումը գեանի մակերեսին մոտենալիս (ձևափոխված ըստ Avagyan, 2001):

4. Ծուռսարի տեղամաս

Թվացյալ խզման հարթության անկման վրաշարժին մոտ վերնետ դիտարկվել է նաև Փամբակ-Սևան-Սյունիք խզման Խոնարհասարի

սեզմենտի երկայնքով (Philip et al., 2001; Avagyan, 2001): Սեզմենտն ունի հիմնականում աջակողմյան կողաշարժային կինեմատիկա, որի շրջանում տեղադրված են Խոնարհասար և Փորակ հրաբուխները (Karakhanyan et al., 1997; Караханян и др., 2004): Սեզմենտն աջակողմյան տեղաշարժով կտրված և մոտ 375մ տեղաշարժված է Ծուռսար հրաբուխի (Avagyan, 2001) մոտակայքում (նկ. 15): Բացված խրամուղում դիտարկվեց պալեոհողի շերտը տեղաշարժված վերնետ: Այն ուներ 49 աստիճան անկում դեպի հյուսիս-արևելք: Սեզմենտը պլանում ընդհանուր առմամբ, ուղղաձիգ է, որը ենթադրում է ուղղաձիգին մոտ խզման հարթություն: Այն, որ սեզմենտը չի կարող ունենալ մակերեսում դիտարկված անկումը խոսում է մաս այն հանգամանքը, որ սեզմենտի զոնայում տեղադրված են մի շարք հրաբուխներ: Հակառակ դեպքում, խորքում խզման հարթությունը, որն ակնհայտորեն ծառայել է որպես մագմայի մակերես դուրս գալու ուղի, կլիներ շատ ավելի հյուսիս-արևելքում, քան հրաբուխների տեղադիրքն է և խզման հարթության վրա կգործադրվեր մեծ նորմալ ճնշում՝ դժվարացնելով մագմայի ներթափանցումը:

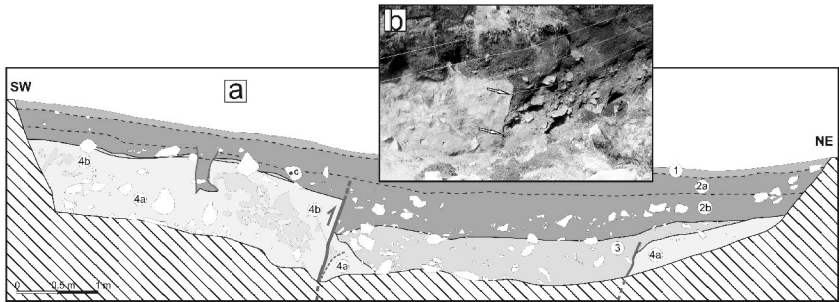


Նկար 15. Տեղաշարժված Ծուռսար հրաբուխը, խրամուղում տեղադիրքը ցույց է տրված սև սլաքով (1) (Խոնարհասար հրաբուխից մոտ 9կմ հարավ-արևելք, 4 –րդ կետը նկար 5) (a) և խրամուղում պատի քարտեզի սխեման խզման վերնետային հարթությամբ (մանրամասերը տես Philip et al., 2001) (b):

Խզման մերձուղղաձիգ հարթություն ունենալու հանգամանքը և վերնետային բաղադրիչի բվացյալ լինելը ակնհայտորեն երևաց նախորդ խրամուղուց մոտ 1.2կմ դեպի հյուսիս-արևմուտքում գտնվող երկարաձգված բլուրի գագաթին (ցույց է տրված սև սլաքով (2) նկար 15-ում) իրացված պալեոսեյսմաբանական աշխատանքների ժամանակ (դեկավարությամբ՝ Ա.Կարախանյանի և Հ. Ֆիլիպի), (Davtyan, 2007): Բլուրի առանցքային մասով անցնող աջակողմյան խզումը մոտ 27-28մ տեղաշարժել էր այն (Davtyan, 2007): Այստեղ փորված 5 խրամուղիներից

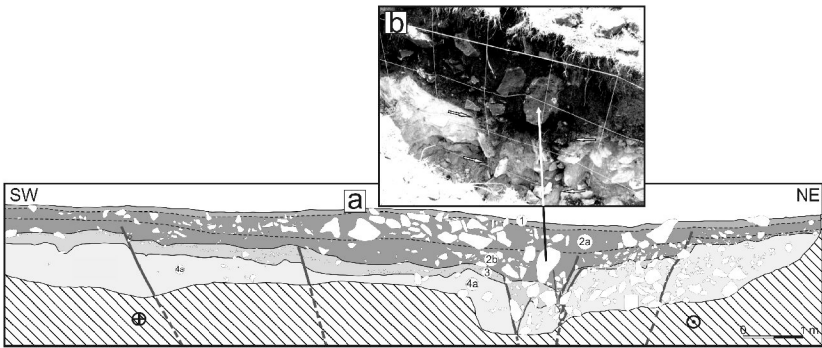
երկուսի քարտեզներն, կազմված հեղինակի և Հ.Ֆիլիպի կողմից, ներկայացված են նկարներ 16-ում և 17-ում (մանրամասները տես Davtyan, 2007):

Եթե Ծոռասարի խրամուղում (b, նկար 15) խզումը 49° անկում էր հյուսիս-արևելք, ապա այստեղ, 03-1 խրամուղում հիմնական խզումը 73° անկում է հարավ-արևմուտք (նկար 16), ընդ որում, երկու տեղանքների միջև եղած հեռավորությունն ընդամենը 1.2կմ է:



Նկար 16. 03-1 խրամուղու հյուսիսային պատի քարտեզը (a) և մակերեսային խախտումների առավել լավ արտահայտված հատվածի լուսանկարը (խզումները ցույց են տրված փոքր սլաքներով) (b): Խրամուղու տեղադիրքը ցույց է տրված սլաքով (2) նկար 15-ի վրա: 1- գործող հողաշերտ, 2a, 2b – մուգ գորշ գույնի պալեոհողի ենթաշերտեր, 3- բաց մարմարագույն անցումային կավահող՝ 2b շերտից 4a-ին անցնող, 4a և 4b- կոմպակտ պլաստիկ բաց շականակագույն կավեր:

Նախորդի հարևանությամբ փորված 04-1 խրամուղում (նկար 17) դիտարկվեցին մի շարք սեգմենտներ, որոնք այս դեպքում ունեն թույլ արտահայտված վարնետային բաղադրիչներ, ընդ որում, ունենալով հանդիպակած անկումներ՝ խորքում միանալով նրանք կազմում են ծաղկային կառույց: Վերջինս ավելի բնորոշ է ուղղաձիգին մոտ խզման հարթությամբ կողաշարժերին: Տվյալ դեպքում խզման ուղղաձիգ բաղադրիչն երկրի մակերեսին մոտ ունի տարրեր (վերնետային և վարնետային) բաղադրիչներ՝ մասամբ պայմանավորված նաև ռելիեֆի հորիզոնական տեղաշարժումներով:



Նկար 17. 04-1 խրամուղու հարավային պատի քարտեզը (a) և մակերեսային խախտումների առավել լավ արտահայտված հատվածի լուսանկարը (խզումները ցույց են տրված փոքր սլաքներով) (b): Խրամուղու տեղադիրքը ցույց է տրված սլաքով (2) նկար 15-ի վրա: 1- գործող հողաշերտ, 2a, 2b – մուգ գորշ գույնի պալեոհողի ենթաշերտեր, 3- բաց մարմարագույն անցումային կավահող՝ 2b շերտից 4a-ին անցնող, 4a- կոմպակտ պլաստիկ բաց շականակագույն կավեր:

Եզրակացություն

Հայաստանի Հանրապետության տարածքում դիտարկված մակերեսային խախտումների օրինակները ցույց են տալիս նրանց մեկնաբանման հետ կապված դժվարությունները: Մակերեսային խզումների մեծ մասը, հատկապես ժայռային կամ կապակցված ապարներում գոյացած վերնետների դեպքում և ուղղաձիգին ոչ շատ մոտ խզման հարթությամբ վարնետների դեպքում, իհարկե, կինեմատիկայով արտացոլում են խորքային իրադրությունը: Սակայն բերված օրինակները շատ դեպքերում վկայում են նրանց քվացյալ բնույթն, ընդ որում, այն կարող է արտահայտված լինել տարբեր կինեմատիկ իրավիճակներում: Գոգարանի տեղամասի դեպքում ունենք ուղղաձիգին մոտ հարթությամբ վարնետային բաղադրիչով կողաշարժ՝ ձախակողմյան սեզմենտավորմամբ, իսկ Սեմիոնովկայի տեղամասերում ուղղաձիգին մոտ հարթությամբ և թույլ արտահայտված վարնետային ուղղաձիգ բաղադրիչով (վերջինիս օգտին է սեղմման կատարների ձևավորումը) կողաշարժ: Սակայն երկու տեղանքների խրամուղիներում դիտարկվում է միմյանց նման քվացյալ վերնետային բաղադրիչ: Նման պատկեր է դիտարկվում նաև Ծուռսարի տեղամասում: Ֆիզիկական տեղամասում ավելի բարդ իրավիճակ է, ուր բլուրների առանցքներն ունեն հիմնականում աջ սեզմենտավորում և սպասվող վերնետի փոխարեն խրամուղիներից մեկում դիտարկվում է վարնետ:

Ուստի խոսափելու համար սխալ հետևություններից կարևոր է կատարել խաչաձև վրլոծություններ հաշվի առնելով մի շարք հանգամանքներ, որոնցից կարևորներն են երկրաբանական կառուցվածքը, կինեմատիկ իրավիճակը և ռելիեֆի ձևափոխվածքը:

Հոդվածագիրը իր շնորհակալությունն է հայտնում Հ. Ֆիլիպին, Ա.Կառախանյանին, Ռ. Միրիջանյանին աջակցության համար:

Գրականություն

- Караханян А., Р.Джрбашян, В.Трифонов, Э.Филип, С.Аракелян, А.Авагян, А.Багдасарян, В.Давтян. Активные вулканы и вулканическая опасность на территории Армянского нагорья и сопредельных областей. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2004, LVII, № 1, с.3-24.
- Милановский Е.Е. Неотектоника Кавказа. М.: Недра, 1968, 484с.
- Avagyan A. Estimation of the slip rates and the recurrence intervals of strong earthquakes on the fault system of Pambak-Sevan-Sunik (Armenia): Segmentation and relation with volcanic activity. PhD Thesis, Montpellier II University. France, 2001, p. 246.
- Avagyan A., Ritz J-F., Karakhanian A., Philip. Dual near-surface rupturing mechanism during the 1988 Spitak earthquake (Armenia). Izvestiya of Academy National of Sciences of Armenia; Nauki o Zemle, LVI, 3, 2003, pp. 14-19. (English)
- Avagyan A.V. Active faulting and related seismic hazard in the Vanadzor depression area, Proceedings of the NAS of RA, Earth Sciences, 2009, vol.62, N2, 48-57 (English).
- Avagyan A., Sosson M., Karakhanian A., Philip H., Rolland Y., Melkonyan R., and Davtyan V. Recent/ /stress-field evolution in the Lesser Caucasus and adjacent regions , In ” /Geol. Soc. of London, Special Volume. /“*Sedimentary Basin Tectonics from the Black Sea and Caucasus to the Arabian Platform*, /M. Sosson, N. Kaymakci, R. Stephenson, F. Bergerat, and V. Starostenko/ eds./, 2010, v. 340; p. 393-408.
- Davtyan V. Active faults of Armenia: slip rate estimation by GPS, paleoseismological and morpho-structural data. PhD Thesis, Montpellier II University. France, 2007, p. 210.

- Cloos E.** Experimental analysis of gulf coast fracture patterns. Amer. Assoc. Petr. Geol. Bull. 1955, Vol. 53, 3, pp. 420-444.
- Karakhanian, A. S., Trifonov, V.G., Azizbekian, O.G., Hondkarian, D.G.** Relationship of late Quaternary tectonics and volcanism in the Khonarassar active fault zone, the Armenian Upland. Terra Nova, 1997, 9, pp.131-134.
- Karakhanian A.S., Trifonov V.G., Philip H., Avagyan A., Hessami K., Jamali F., Bayraktutan S.M., Bagdassarian H., Arakelian S., and Davtian V.** Active Faulting and Natural Hazards in Armenia, Eastern Turkey and North-western Iran. Tectonophysics, 380, 2004, pp. 189-219.
- Lunina V., Gladkov A., Novikov I., Agatova A., Vysotskii E., Emanov A.** Geometry of the fault zone of the 2003 Ms = 7.5 Chuya earthquake and associated stress fields, Gorny Altai. Tectonophysics. Volume 453, Issues 1-4, 16 June 2008, pp. 276-294.
- Naylor M., Laroque J., Gauthier B.** Understating extensional tectonics : insights from sandbox models. Geodynamic Evolution of Sedimentary Basins, International Symposium, ed. F.Roure, N, Ellouz, V.S. Shein, I.Skvortsov, Moscow. 1994, pp. 69-83.
- Philip H., Rogozhin E., Cisternas A., Bousquet B., Borisov B. and Karakhanian A.** The Armenian earthquake of 1988 December 7: Faulting and folding, neotectonics and paleoseismicity. Geophys. J. Int., 110, 1992, pp. 141-158.
- Philip H., Avagyan A., Karakhanian A., Ritz J-F., Rebai S.** Slip Rates and Recurrence Intervals of Strong Earthquakes along the Pambak-Sevan-Sunik Fault (Armenia), Tectonophysics, 343, 3-4, 2001, pp. 205-232.
- Rebai S., Philip H., Dorbath L., Borisoff B., Haessler H., Cisternas A.** Active tectonics in the Lesser Caucasus: coexistence of compressive and extensional structures. Tectonics 12 (5), 1993, pp. 1089-1114.
- Riedel W.** Zur Mechanik geologischer Brucherscheinungen. Zb. Miner. Geol. Palaeont. Abh. B, 1929, 354-368.
- Wilcox R.E., Harding T.P., Seely D.R.** Bazie Wrench tectonics. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 57, 1973, pp. 74-96.

Գրախոսողներ՝ Կարախանյան Ա.Ս., Միրիջանյան Ռ.Տ.

ПРИПОВЕРХНОСТНЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ ГЕОМЕТРИИ РАЗРЫВОВ НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

А.В. Авагян

Резюме

Приповерхностная геометрия разрывных нарушений иногда имеет сложную картину, связанную с различными факторами. Среди них важными являются геология местности и ее строение, гомогенность среды, кинематика разломов, их падение, простирание и отношение с полями напряжений.

Морфология плоскостей разрывных нарушений наиболее разнообразна и сложна в приповерхностном объеме глубиной до нескольких десятков метров, где литостатическая нагрузка резко уменьшается. Она осложняется не только в разрезе, но и в плане. Здесь, особенно при сдвиговых разломах, на формы плоскостей начинает влиять также морфология рельефа.

Примеры таких осложнений на территории Республики Армения многочисленны, отчасти наблюдаются вдоль Памбак-Севан-Сюникского

активного разлома. Основная часть поверхностных разрывов, особенно в случае взбросов в вязких грунтах или в скальных породах и в случае сбросов с плоскостями, не близкими вертикальной, кинематически соответствует ситуации в глубине. В обнажениях и, в частности, в проведенных траншеях наблюдаются плоскости разломов, кинематика которых противоречит кинематической ситуации местности и приводит к мысли о несоответствии приповерхностной (до нескольких десятков метров) и более глубокой кинематики. В таких случаях имеет место кажущаяся кинематика.

Чтобы избежать неправильных заключений необходимо проделать кросс-анализ с учетом геологии, кинематической ситуации и морфологии рельефа.

COMPLEXITIES EXAMPLES OF RUPTURE SUPERFICIAL GEOMETRY OF REPUBLIC ARMENIA TERRITORY

A. Avagyan

Abstract

Superficial geometry of surface rupture sometimes has complexity related with various factors. Among them the geology and its structure, homogeneity, fault cinematics, their dipping, extension and the relationship with stress-fields are important.

Fault plan morphology is most varied and complex in near-surface volume depth up to several tens meters where the lithostatic load abruptly decreases. It becomes complicated not only in a cross-section, but also on the plan. Here, especially in the case of strike-slip faults, the relief morphology starts to influence on the fault plane forms also.

Examples of such complications in territory of Republic of Armenia are numerous, partly they are observed along the Pambak-Sevan-Sunik active faults. In majority surface rupture, especially in the case of reverse faulting in compact or rocky medium and in the case of normal faulting with planes far from vertical, cinematically correspond to the depth situations. On the outcrops and in trenches rupture plane several examples shows cinematic contradiction between site and observed rupture plan cinematic situations leading to the idea of non conformity of superficial (up to some tens meters) and more deep cinematics. In such cases we have apparent cinematics.

To avoid erroneous conclusions cross-analysis is necessary to do taking into account site geology, cinematic situation and surface morphology.

**ՎԱՅՈՑ ՉՈՐԻ ՄԱՐԶԻ ՏԱՐԱԾՔԻ ՄԵՅՍՄԻԿ ՎՏԱՆԳԻ ԵՎ ԲՆԱԾԻՆ
ԵՐԿՐԱՐԱՆԱԿԱՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐԻ ՀԱՄԱԼԻՐ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄ**

**© 2011 թ. Մ.Ա. Ավանեսյան, Բ.Ռ. Դուրգարյան, Մ.Հ. Բաբայան,
Լ.Ս. Ասատրյան, Մ.Ռ. Գևորգյան, Մ.Հ. Սիմոնյան, Ա.Ռ. Առաքելյան,
Ս.Ռ. Առաքելյան, Ա.Ս. Սկրտչյան**

ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների Ինստիտուտ
0019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյան պող., 24ա, Հայաստանի Հանրապետություն
e-mail: georisk@sci.am
Հանձնված է խմբագրություն՝ 29.10.2010 թ.

Հոդվածում ներկայացված են ՀՀ Վայոց Ձորի մարզի տարածքում առաջին անգամ կատարված սեյսմիկ վտանգի համալիր գնահատման արդյունքները: Կատարվել է մարզի տարածքի մանրամասն սեյսմիկ շրջանացում: Սեյսմիկ վտանգի գնահատումը իրականացվել է հավանականային և դետերմինիստիկ մոտեցումներով: Աշխատանքում քննարկվել է տարածաշրջանի համար առավել ընդունելի և մի շարք հայտնի հեղինակների կողմից կառուցված մարման մոդելներ, որոնք կիրառվել են սեյսմիկ վտանգի գնահատման հաշվարկներում: Մոդելների մասն քաղաքացիականությունը կիրառվել է ՀՀ Վայոց Ձորի մարզի տարածքի սեյսմիկ վտանգի օբյեկտիվ գնահատման նպատակով:

Վայոց Ձորի բնակավայրերի գլխավոր հատակագծերի, ինչպես նաև հեռանկարային զարգացման ծրագրերի իրականացման համար չափազանց կարևոր է սեյսմիկ վտանգի իրական աստիճանը, որը պայմանավորված է տարածքում կամ նրանից վտանգավոր հեռավորության վրա գտնվող ակտիվ տեկտոնական կառույցների, ինչպես նաև նախկինում տեղի ունեցած ուժեղ երկրաշարժի օջախների (735 թ., 906 թ.) առկայությամբ և նրանց դիրքով: Այս աշխատանքում փորձ է արվել համալիր մոտեցումների միջոցով ստանալ Վայոց Ձորի մարզի սեյսմիկ վտանգի օբյեկտիվ գնահատականները:

Երկրաբանական և տեկտոնական տեսակետից Վայոց Ձոր մարզի տարածքն ունի բավականին բարդ կառուցվածք: Այն պայմանավորված է տարածաշրջանում երկու խոշոր տեկտոնական կառույցների՝ Երևան-Օրդուրադի մեգասինկլինորիումի և Ուրց-Հայոցձորի բլոկ-անտիկլինորիումի միակցմամբ (Габриелян и др 1981):

Երևան-Օրդուրադի մեգասինկլինորիումը ուսումնասիրվող տարածքում ներկայացված է Եղեգնաձորի գրաբեն-սինկլինարիումով, որի կազմում լայնորեն տարածված են պալեոգենի (միջին և վերին էոգենի և օլիգոգենի) հրաբխածին, հրաբխանստվածքային և նստվածքային ապարները: Վերջիններս պատռվում են տարահասակ և տարակազմ բազմաթիվ ներժայթքային և մերձհրաբխային մարմիններով, ինչպես նաև դայկաներով ու սիլերով ներկայացված դիորիտներով, քվարցային դիորիտներով, անդեզիտներով և տրախիանդեզիտներով: Բացի այդ Եղեգնաձորի գրաբեն-սինկլինարիումի կազմում տարածում ունեն

չորրորդական հասակի և ժամանակակից հրաբխային առաջացումները՝ Վայոց սարի, Սմբաթասարի և այլ լավային հոսքերը (Արաքեյան, 1964; Габриелян и др., 1981; Аванесян и др., 2004):

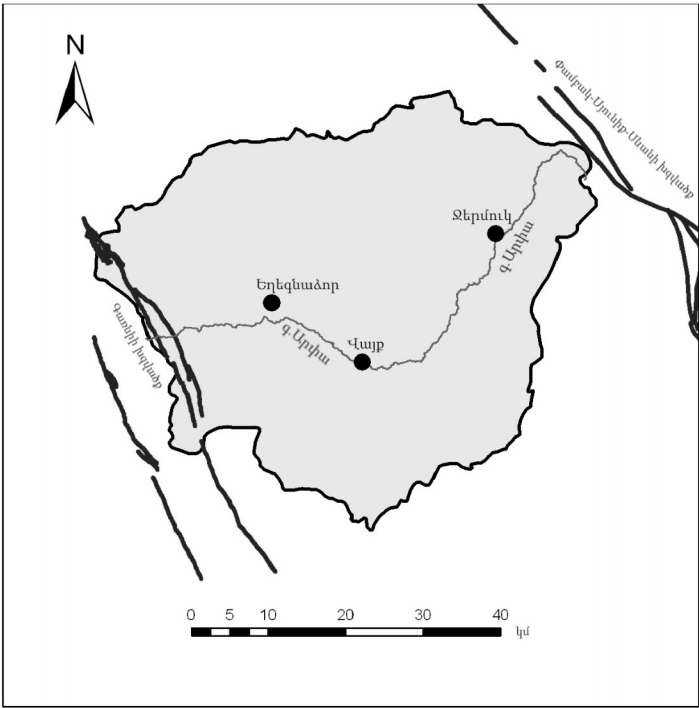
Ուրց-Հայոցձորի բլուկ անտիկլինորիումի կազմում գլխավորապես մասնակցում են բարդ ծալքավորված ու խզվածքային խախտումներով տեղաշարժված պալեոզոյի և մասամբ մեզոզոյի նստվածքային ապարները ներկայացված՝ կրաքարերով, կավային թերթաքարերով, քվարցացված ավազաքարերով և քվարցիտներով, կոնգլոմերատներով, կրային ավազաքարերով և այլն (Արաքեյան, 1964; Габриелян и др., 1981; Варданян, 1978):

Ընդհանուր առմամբ այս երկու հիմնական կառուցվածքային տարրերը բեկորացված են տարակողմնորոշված բեկվածքներով, որոնք ընդհանուր կառուցվածքին տալիս են խճապատկերային և ծալքա-թեփուկաձև տեսք:

Սեյսմատեկտոնական մոդել

Ելնելով աշխատանքի առանձնահատկություններից (հետազոտության մանրամասնությունից) և վերջին տարիների ընթացքում ստացված նոր տվյալներից, կատարվել են երկրաշարժի հնարավոր օջախների (ԵՀՕ) գոտիների պարամետրերի որոշ ճշգրտումներ:

Ուսումնասիրվող տարածքի համար առավել վտանգավոր ազդեցություն կարող են ունենալ Փամբակ-Սևան-Սյունիքի, Գառնիի բեկվածքային գոտիները, որոնք էլ ընտրվել են վտանգի գնահատման համար (նկար 1):



Նկար 1. Ուսումնասիրվող տարածքի սեյսմատեկտոնական մոդելը

Փամբակ- Սևան -Սյունիքի ակտիվ բեկվածքը (ՓՍՍԲ)

Այս բեկվածքի մոտակա ճակատը անցնում է մարզի արևելյան սահմաններով՝ հարավ-արևելքից հյուսիս-արևմուտք, մարզկենտրոն Եղեգնաձորից ~ 45 կմ հեռավորության վրա և իրենից բարձր սեյսմիկ վտանգի աղբյուր է ներկայացնում: Փամբակ-Սևան-Սյունիքի բեկվածքն ունի 490 կմ երկարություն, իսկ ըստ սեզմենտների՝ մոտ 1000 կմ ընդհանուր երկարություն: Այդ գոտու առավելագույն մագնիտոլային պոտենցիալը գնահատված է՝ $M_{\max}=7.4$: (Karakhanian et al., 2004)

Գառնիի ակտիվ բեկվածքը (ԳԲ)

Գառնիի բեկվածքը կազմված է 3 սեզմենտներից՝ Հալավարի (Լեռնաջուրի, 66 կմ), Գառնիի (73 կմ) և Ելփինի (83 կմ), (Karakhanian et al., 2004): Միջին ազիմուտը կազմում է $N 150^\circ$, այն ունի մոտ 290կմ երկարություն: Կինեմատիկայի հորիզոնական բաղադրիչը աջ կողաշարժային է, իսկ ուղղաձիգը՝ փոփոխական, ըստ սեզմենտների: Գառնիի բեկվածքի երկարությամբ ամենուրեք արձանագրվում է աջակողմյան տեղաշարժեր մինչև 200 մ ամպլիտուդով: Բեկվածքի զուգահեռականին մոտ տարածում ունեցող սեզմենտներում աջակողմյան տեղաշարժերը զուգակցվում են վերնետային տեղաշարժերի հետ, իսկ միջօրեականին մոտ տարածում ունեցող սեզմենտներում վարնետային տեղաշարժերի հետ (Karakhanian et al., 2004):

Վայոց Ձորի մարզի համար առավելագույն սեյսմիկ վտանգը կապված է Գառնիի բեկվածքի հետ: Բեկվածքի մոտակա քեր անցնում է մարզի արևմտյան սահմանով հարավ-արևելքից հյուսիս-արևմուտք՝ Խաչիկ-Արենի-Չիվա-Ելփին ուղղությամբ և մարզկենտրոն Եղեգնաձորից ~ 16 կմ հեռավորության վրա:

Բազմաթիվ պատմական երկրաշարժեր են տեղի ունեցել այս բեկվածքի երկայնքով, որոնցից ամենահզորներն են Վայոց Ձորի 735թ. ($M=6.5$), Ելփինի 906թ. ($M=7.0$), Գառնիի 1679թ. ($M=7.0$), Ծաղկաձորի 1828թ. ($M=7.0$) և Սպիտակի 1988թ. ($M_s=7.0$) երկրաշարժերը:

Այս բեկվածքային գոտու $M_{\max}=7.1$:

Ընտրված ԵՀՕ գոտիների $M_{\max}$ որոշվել է ակտիվ բեկվածքների տվյալների բազայի, ուժեղ գործիքային, պատմական ու նախապատմական երկրաշարժերի տվյալների հիման վրա:

Սեյսմիկ վտանգի գնահատում

Վայոց Ձորի մարզի տարածքի սեյսմիկ վտանգի գնահատումն իրականացվել է ղետերմինիստական և հավանականային մեթոդներով: Աշխատանքների արդյունքում կազմվել է սեյսմիկ վտանգի քարտեզները: Վտանգի գնահատումն իրականացվել է 3 հիմնական փուլով՝

1. ԵՀՕ գոտիների անջատում (սեյսմատեկտոնական մոդելի ճշգրտում):

2. Գրունտի արագացումների մարման մոդելի ընտրություն:

3. Սեյսմիկ ազդեցությունների հաշվարկ:

Մարման մոդելների ընտրությունը

Ինչպես արդեն նշվեց, գրունտի արագացումների մարման մոդելի ընտրությունը ամենակարևոր խնդիրներից մեկն է վտանգի հաշվարկի հարցում:

Հայաստանի Հանրապետության համար չկան հատուկ մշակված, համապարփակ նշանակություն ունեցող մարման մոդելներ: Դա հիմնականում պայմանավորված է գրունտների ուժեղ շարժումների (արագացումների) գործիքային գրանցումների պակասով: Այդ պատճառով, ելնելով հետազոտությունների կոնկրետ խնդիրներից, տարբեր հեղինակներ և կազմակերպություններ օգտագործում են աշխարհի այլ սեյսմասկտիվ գոտիների համար ստացված զանազան մարման մոդելներ: Մոդելների ընտրությունը կատարվել է ելնելով հետևյալ հիմնարար սկզբունքներից.

1. Ուսումնասիրություններում բոլոր հաշվարկներն իրականացվում են միջին գրունտային պայմանների համար: Հետևաբար անհրաժեշտ է օգտագործել այն ֆունկցիաները, որտեղ առկա են միջին գրունտների համար անհրաժեշտ գործակիցներ ($600 \text{ մ/վ} < V_s < 750 \text{ մ/վ}$);

2. Վայոց Ձորի տարածքի սեյսմատեկտոնական մոդելի հիման վրա առանձնացվել են 2 ԵՀՕ գոտիներ, որոնց մագնիտուդային պոտենցիալը կազմում է 7,0;

3. ՀՀ տարածքի համար ուժեղ երկրաշարժերի ($M \geq 6.0$) սեյսմասկտիվ շերտի բնութագրիչ խորությունը գտնվում են $5 \text{ կմ} \leq H \leq 15 \text{ կմ}$ տիրույթում;

Ելնելով վերը նշվածից և օգտագործելով Ջ.Դուգլասի (Douglas, 2001) աշխատությունը, որտեղ ամփոփված են տվյալներ աշխարհի տարբեր շրջանների համար մշակված մարման մոդելների վերաբերյալ, Վայոց Ձորի տարածքի համար նախնական փուլում ընտրվել են գրունտների արագացումների մարման հետևյալ 5 աշխատանքային ֆունկցիաները՝

Սադիխ-Էզան (1998): Մարման ֆունկցիան ստացվել է բազմաթիվ սեյսմիկ գործիքային տվյալների վերլուծության արդյունքում, այդ թվում՝ Կալիֆորնիայի 274 աքսելերոգրամների, որոնք գրանցվել են սեյսմիկ հատկություններով միջին կարգի գրունտներին համապատասխանող ապարների վրա (լայնական ալիքների տարածման արագությունները կազմել են $V_s \leq 750 \text{ մ/վ}$): Այս բանաձևի 1998թ. տարբերակը՝ հեղինակների նոր ճշգրտված գործակիցներով (1), օգտագործվել են Վայոց Ձորի տարածքի սեյսմիկ վտանգի հաշվարկների համար:

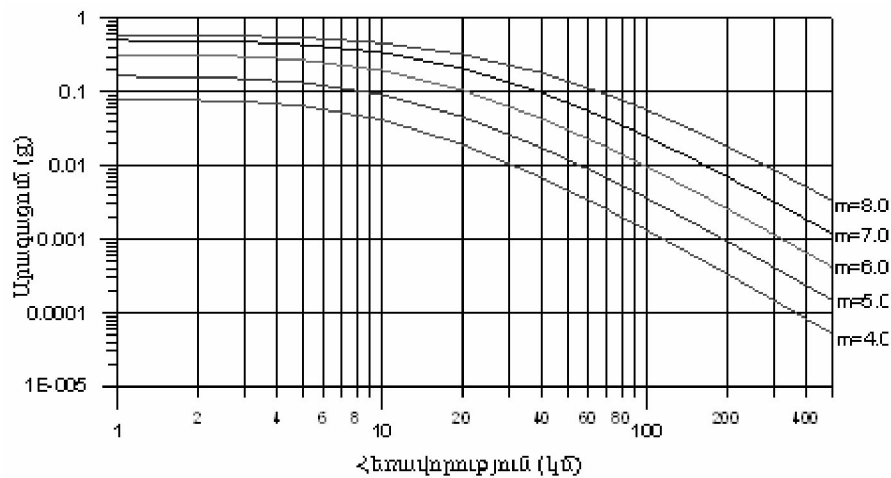
$$\ln \text{PGA} = -1.274 + 1.1M - 2.1 \ln [r_{\text{rup}} + \exp(-0.48451 + 0.524M)], \sigma = 0.3 \quad (1)$$

որտեղ՝ $r_{\text{rup}} = (R^2 + h^2)^{1/2}$, PGA-ն՝ գրունտի առավելագույն արագացումն է արտահայտված g-ի միավորներով, $h=10 \text{ կմ}$; R - էպիկենտրոնի հեռավորությունն է, σ - ստանդարտ շեղումն է (նկար 2):

Բուր-Ջոյներ (1997): Բանաձևը կազմված է հիմնականում Կալիֆորնիայի երկրաշարժերի գրանցումների հիման վրա: Բանաձևի ճշտության սահմաններում ՀՀ տարածքում գրանցված երկրաշարժերից առաջացած ազդեցությունները բավարարում են այս մարման ֆունկցիայով հաշվարկված արագացումների արժեքներին:

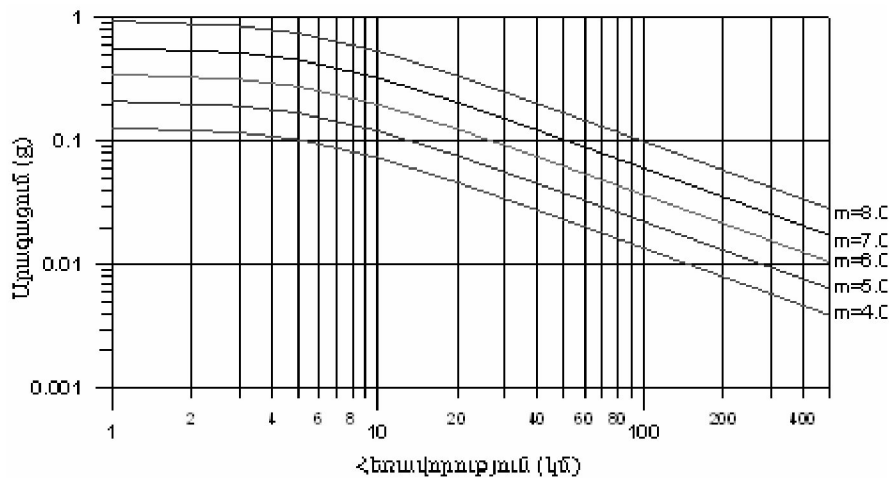
$$\lg Y = -0.038 + 0.216(M-6) - 0.777 \lg r + b_6 G_b + b_7 G_c, \sigma = 0.205 \quad (2)$$

որտեղ Y-ը՝ գրունտի առավելագույն արագացումն է արտահայտված g-ի



Նկար 2. Գրունտի արագացման մարումը կախված հեռավորությունից, ըստ Սադիխ-Էզանի բանաձևի

միավորներով, $h=5,48$ կմ, $G_b=0$ և $G_c=0$ Vs>750 մ/վ լայնական ալիքների տարածման արագության համար, $r=(R^2+h^2)^{1/2}$ - հիպոկենտրոնային հեռավորությունն է (նկար 3):

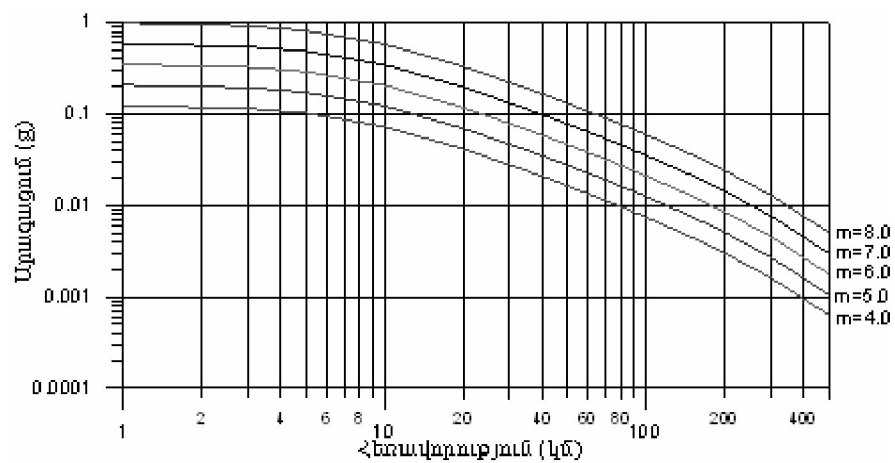


Նկար 3. Գրունտի արագացման մարումը կախված հեռավորությունից, ըստ Բոր-Ջոյների բանաձևի

Տենտո (1992) : Այս մարման ֆունկցիայի ստացման համար օգտագործվել են 10–40 կմ էպիկենտրոնային հեռավորություններ ունեցող երկրաշարժերի կառույցներից դուրս կատարված գործիքային գրանցումները, ինչը համապատասխանում է տվյալ աշխատանքի հեռավորությունների հաշվարկային տիրույթին:

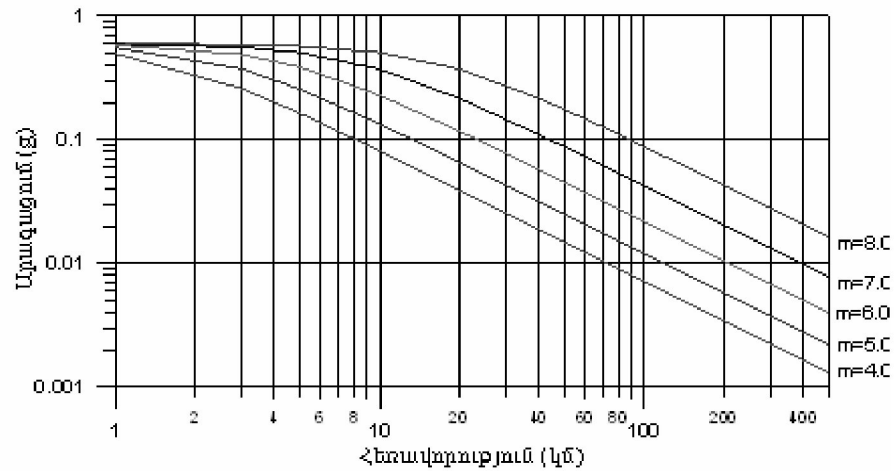
$$\ln PGA \text{ (gal)} = 4.73 + 0.52M - \ln R - 0.00216R, \sigma = 0.67 \quad (3)$$

որտեղ՝ $R = (d^2 + h^2)^{1/2}$ հիպոկենտրոնային հեռավորությունն է; d- էպիկենտրոնային հեռավորությունն է, իսկ h-ը՝ երկրաշարժերի օջախների միջին խորությունը (նկար 4):



Նկար 4. Գրունտի արագացման մարումը կախված հեռավորությունից, ըստ Տեննոտի բանաձևի

Քենփրլ-Բոգորնիայ (2000) : Այս մարման ֆունկցիայի ստացման համար օգտագործված երկրաշարժերի գործիքային գրանցումների մեծամասնության մագնիտուդները կազմում են $6,0 \leq Ms \leq 7,0$, իսկ երկրաշարժերի բնութագրիչ խորությունը չի գերազանցում 25 կմ: Գործիքային գրանցումների էպիկենտրոնային հեռավորությունները սահմանափակված են $R \leq 60$ կմ տիրույթով, մեր դեպքում ԵՀՕ գոտիների մեծամասնությունը գտնվում են ուսումնասիրվող տարածքի սահմաններից ոչ հեռու քան 60 կմ հեռավորության վրա (նկար 5):



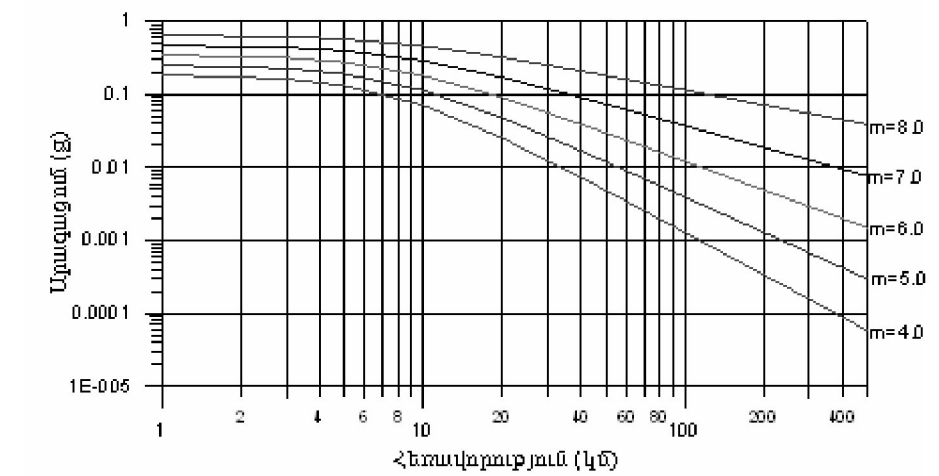
Նկար 5. Գրունտի արագացման մարումը կախված հեռավորությունից, ըստ Քենփրլ-Բոգորնիայի բանաձևի

$$\ln PGA(g) = -4.033 + 0.812M_w + 0.036(8.5 - M_w)^2 - 1.061 \ln \{ R_s^2 + [(0.041 - 0.005) \exp(0.766M_w + 0.034 \{ 8.5 - M_w \}^2)]^2 \}^{1/2} - 0.138, \sigma = 0.465. \tag{4}$$

Ամբրասեյս (2005) : Օգտագործված ակսելերոգրամաների 40% գրանցված են ժայռային գրունտների վրա, արագությունների 360 մ/վ < V_s<750 մ/վ տիրույթում:

$$\lg y = 2.522 - 0.142M_w + (-3.184 + 0.314M_w) \lg(d^2 + 7.6^2)^{1/2} + 0.137S_s + 0.05S_A - 0.084F_N + 0.062F_T - 0.044F_O, \sigma = 0.5774 - 0.0561M_w \tag{5}$$

որտեղ d=d_f՝ հեռավորությունն է դիտարկման կետից մինչև բեկվածքի սրունկցիան երկրի մակերես (բեկվածքային հեռավորություն, կամ Բուր-Ջոյների հեռավորություն); d=d_c էպիկենտրոնային հեռավորություն՝ օգտագործվել է M_w≤6,0 երկրաշարժերի մեծամասնության համար, որոնց համար խզվածքները որոշված չեն (նկար 6):



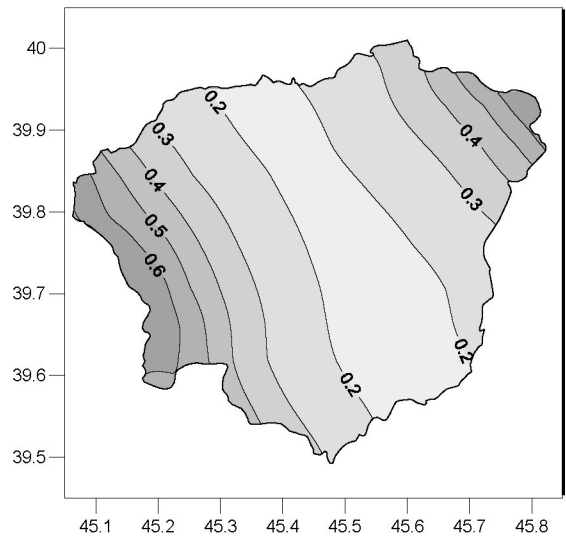
Նկար 6. Գրունտի արագացման մարումը կախված հեռավորությունից, ըստ Ամբրասեյսի բանաձևի

Սուրյեկտիվ գործոնի ազդեցությունից խուսափելու նպատակով, բոլոր ընտրված մոդելներին հաշվարկի ժամանակ տրվել են հավասար կշռային գործակիցներ:

Սեյսմիկ վտանգի դետերմինիստական գնահատում
 Սեյսմիկ վտանգի դետերմինիստական գնահատումը կատարվել է ընդունված սեյսմատեկտոնական մոդելի հիման վրա: Յուրաքանչյուր գոտու համար որոշվել է մագնիտուդի առավելագույն պոտենցիալը: Հետազոտվող տարածքը բաժանվել է 5×5 կմ քայլով ցանցի, և ցանցի հանգույցներում հաշվարկվել են գրունտի առավելագույն արագացումների արժեքները: Արդյունքում կառուցվել է 5 տարբեր սեյսմիկ վտանգի

քարտեզներ, ըստ գրունտի արագացման և մարման կախվածության նախօրոք ընտրված 5 բանաձևերի: Վտանգը գնահատվել է գրունտի հորիզոնական արագացումների միավորներով (g-ով):

Հետազոտվող տարածքի սեյսմիկ վտանգի վերջնական քարտեզը (նկար 7) կառուցվել է սեյսմիկ վտանգի արժեքների միջինացման եղանակով:



Նկար 7. Սեյսմիկ վտանգի դետերմինիստիկ արժեքների միջինացված քարտեզ (առավելագույն հորիզոնական արագացումները g-ի միավորներով)

Բերված դետերմինիստիկ եղանակով հաշվարկված քարտեզից երևում է, որ Վայոց Ձորի մարզի տարածքի գնահատված առավելագույն հորիզոնական արագացման արժեքը գտնվում է 0.2-0.6g տիրույթում:

Սեյսմիկ վտանգի հավանականային գնահատում

Սեյսմիկ վտանգի հավանականային վերլուծությունը բույլ է տալիս գնահատել երկրաշարժից առաջացած գրունտի տատանումների տարբեր մակարդակների գերազանցման հավանականությունը որոշակի ժամանակահատվածի ընթացքում, կոնկրետ կետի համար (Budnitz et al., 1997), NUREG/CR-6372):

Սեյսմիկ վտանգի հավանականային գնահատման մեթոդաբանությունը մանրամասնորեն նկարագրված է գրականության մեջ (Reiter 1990; Kramer, 1996) և այլն:

Սեյսմիկ վտանգի հավանականային գնահատման գլխավոր դրույթներից մեկն այն է, որ երկրաշարժերի առաջացումը ժամանակային տիրույթում ենթարկվում է Պուասոնի բաշխմանը: Այդ դրույթը անհամատեղելի է նախացնցումներ և հետցնցումներ պարունակող տվյալների

հետ: Այդ իսկ պատճառով երկրաշարժերի կատարողից հեռացվել են բոլոր փոխկապակցված իրադարձությունները:

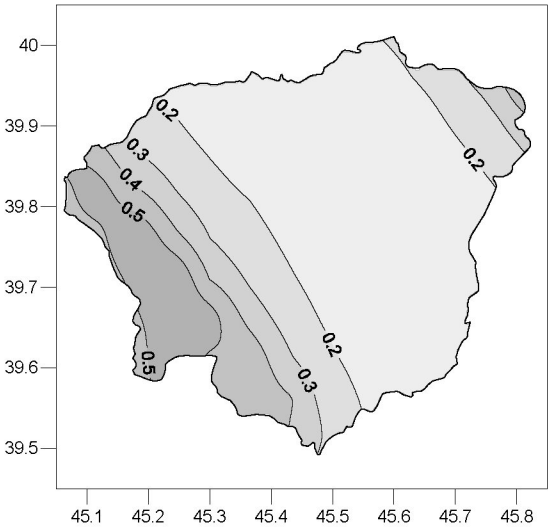
Յուրաքանչյուր սեյսմածին գոտու համար հաշվարկվել են տարբեր մագնիտուդի երկրաշարժերի կրկնելիությունները ըստ Գոտենբերգ-Ռիխտերի բանաձևի:

$$\lg N (m \geq M) = -b(M - M_0) + a, \quad (7)$$

որտեղ N-ը՝ $M > M_0$ մագնիտուդով երկրաշարժերի կումուլյատիվ քանակն է, M_0 - նվազագույն մագնիտուդն է տվյալ գոտու համար: Յուրաքանչյուր ԵՀՕ գոտու համար որոշված a, b և $M_{\max}$ արժեքները օգտագործվել են վտանգի հաշվարկի համար:

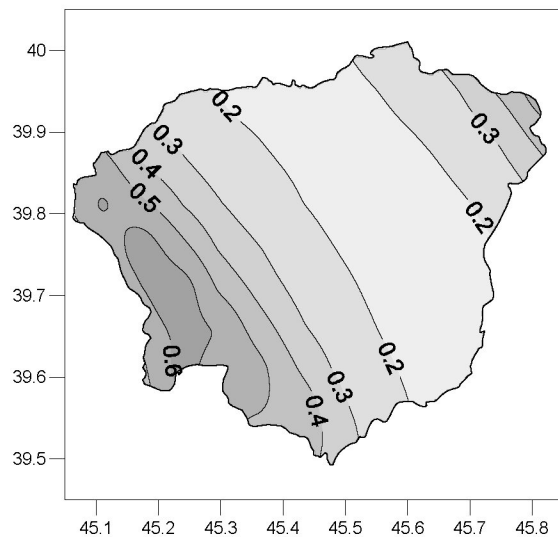
Հաշվարկները կատարվել են Seisrisk-3 (Bender et al., 1987) համակարգչային ծրագրով: Երկրաշարժի օջախի տարածական դիրքը և մարման օրինաչափություններն իրենց մեջ որոշակի անորոշություններ են պարունակում: Ծրագիրը բույլ է տալիս հաշվի առնել այդ անորոշությունները, ինչը իր հերթին բույլ է տալիս խուսափել անհիմն բարձր կամ ցածր վտանգի արժեքներից:

Սեյսմիկ վտանգի գնահատման հավանականային քարտեզները հաշվարկվել են 100 և 250 տարում առավելագույն հորիզոնական արագացման չգերազանցման 90% հավանականությամբ (նկարներ 8,9):

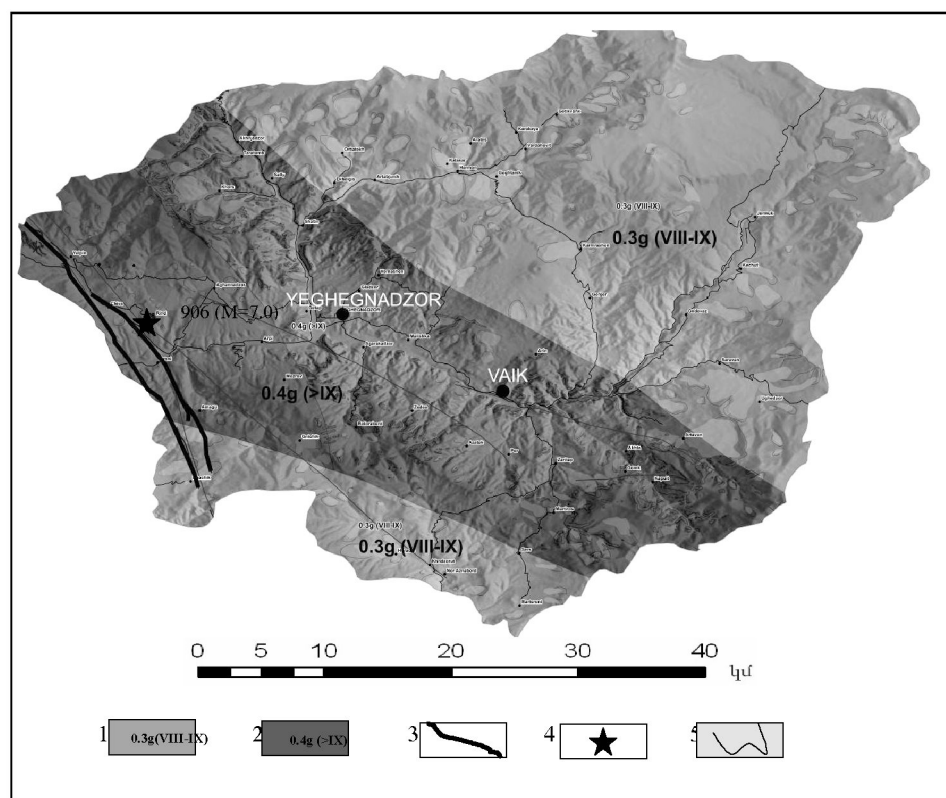


Նկար 8. Սեյսմիկ վտանգի միջինացված արժեքների հավանականային քարտեզ 100 տարի ժամանակահատվածի համար և առավելագույն հորիզոնական արագացման չգերազանցման 90% հավանականությամբ:

Բնածին երկրաբանական երևույթների համալիր գնահատում Վայոց Ձորի տարածքի համար վտանգ են ներկայացնում ոչ միայն հնարավոր երկրաշարժերը, այլ նաև ակտիվ բեկվածքների գոտիներում



Նկար 9. Մեյամիկ վտանգի միջինացված արժեքների հավանականային քարտեզ 250 տարի ժամանակահատվածի համար և առավելագույն հորիզոնական արագացման չգերազանցման 90% հավանականությամբ



Նկար 10. Վայոց Ձորի մարզի տարածքի սեյսմիկ վտանգի և երկրադինամիկական պրոցեսների բաշխվածության համադրված քարտեզ: Պայմանական նշաններ՝ 1, 2 - գրունտի սպասվող առավելագույն հորիզոնական արագացումների արժեքները ց-ի մասերով և ինտենսիվությամբ, ըստ ՀՀՇՆ II-6.02-2006, 3 - ակտիվ խզվածքներ, 4 - 906թ. Երփինի երկրաշարժի էպիկենտրոն, 5 - գրավիտացիոն երևույթներ:

լայն տարածում ունեցող այնպիսի գեոդինամիկական գործընթացներ, ինչպիսիք են սողանքները, քարաթափերը, փլուզումները, գրունտերի սոլիֆիկացիան և դանդաղ կրիպային շարժումները և այլն, որոնք զգալիորեն ավելացնում են վտանգի չափը:

Բացի այդ, տեկտոնապես ակտիվ տարածքները, որոնց շարքին է պատկանում նաև Վայոց Ձորի մարզը, բնութագրվում են խիստ կտրտված ռելիեֆով, զառիքափ և մեծ թեքություն ունեցող լանջերով, ինչը նույնպես անհրաժեշտ է հաշվի առնել տարածքի երկրաբանական պրոցեսների վտանգը գնահատելիս:

Համաձայն ՀՀՇՆ-II-6.02-2006 սեյսմակայուն շինարարության նախագծման նորմերի, այն տարածքներում, որոնք գտնվում են ակտիվ բեկվածքներից 10 կմ հեռավորությամբ գոտու մեջ, սկզբնական առավելագույն հորիզոնական արգագման արժեքը պետք է բազմապատկվի 1.2 գործակցով: Նույն 1.2 գործակիցը պետք է կիրառվի նաև 15 աստիճան և ավել թեքություն ունեցող լանջերի համար:

Այսպիսի տարաբնույթ գործոնների ազդեցությունը գնահատելու և համատեղ վերլուծելու համար կիրառվել են աշխարհագրական տեղեկատվական համակարգերը (ԱՏՀ): Հաշվարկները կատարվել են IDRISI Andes և ArcGIS 9.3 ծրագրերի միջոցով: Գեոդինամիկ գործընթացների բաշխվածության քարտեզի համար օգտագործվել են հետևյալ քվային շերտերը.

- Տարածքի սեյսմիկ գոտիավորում ըստ ՀՀՇՆ-II-6.02-2006
- Ակտիվ բեկվածքներ
- Սողանքներ
- Լանջային գրավիտացիոն գործընթացներ
- Տարածքի բարձրությունների քվային մոդելը (ԲԹՄ)

Սկզբում հաշվարկվել է ակտիվ խզվածքներից 10 կմ լայնությամբ բուֆերային գոտին: Հաջորդ քայլով բարձրությունների քվային մոդելից (ԲԹՄ) հաշվարկվել են լանջերի թեքությունները և այնտեղից ընտրվել են 15 աստիճանից բարձր թեքություն ունեցող տարածքները: Բոլոր շերտերը միմյանց հետ համադրելու ընթացքում որպես նոր շերտ առանձնացվել են այն տարածքները, որոնք միաժամանակ ընկած էին 0.4g արագացմամբ և ակտիվ բեկվածքների 10 կմ բուֆերային գոտիների ներքո, և այդ տարածքների արագացման արժեքը բազմապատկվել է 1.2 գործակցով (համապատասխան ՀՀՇՆ-II-6.02-2006 նորմատիվային փաստաթղթին, 2006թ.), դառնալով 0.48g:

Նույն գործակիցը կիրառվել է նաև 15° և ավել թեքություն ունեցող լանջային գոտիների վրա: Համադրելով բոլոր շերտերը սեյսմիկ գոտիավորման և սողանքների շերտերի հետ, ստեղծվել է վտանգավոր երկրաբանական երևույթները արտահայտող վերջնական, համալիր քարտեզը:

Եզրակացություններ

1. Երկրաբանական և տեկտոնական տեսակետից Վայոց Ձոր մարզի տարածքն ունի բավականին բարդ կառուցվածք, որը պայմանավորված է նրանով որ այս տարածաշրջանում միակցվում են երկու խոշոր տեկ-

տոնական կառույցներ՝ Երևան-Օրդուրադի մեգասինկլինորիումը և Ուրց-Հայոցճորի բլուկ անտիկլինորիումը:

2. Ուսումնասիրվող տարածքի համար առավել վտանգավոր ազդեցություն ունեն Փամբակ-Սևան-Սյունիքի և Գառնիի բեկվածքային գոտիները ($M_{\max}=7.4$, $M_{\max}=7.1$):

3. Բերված դետերմինիստիկ եղանակով հաշվարկած քարտեզից երևում է, որ Վայոց Ձորի մարզի տարածքի գնահատված առավելագույն հորիզոնական արագացումների արժեքները գտնվում են 0.2-0.6g տիրույթում:

4. Սեյսմիկ վտանգի գնահատման հավանականային քարտեզները հաշվարկվել են 100 և 250 տարում առավելագույն հորիզոնական արագացման չգերազանցման 90% հավանականությամբ: Առավելագույն հորիզոնական արագացումների արժեքները գտնվում են 0.2-0.6g տիրույթում:

5. Բնածին երևույթների համապարփակ գնահատման նպատակով կազմվել է մարզի տարածքի համալիր վտանգների քարտեզ:

Աշխատանքը կատարված է Գեոտիսկ Գ-Ը ՓԲԸ 10.02.09թ. պայմանագրի ֆինանսավորման շրջանակներում:

Գրականություն

- ՀՀՇՆ-ՈՒ-6.02-2006, Սեյսմակայուն շինարարություն, նախագծման նորմեր, 2006թ.
- Аванесян А.С., Саркисян О.А., Аванесян М.А Геологическое строение очаговых зон сильных землетрясений Армении (сообщение II). Уч. записки ЕГУ, №1, 2004, с. 3-17.
- Արակеляն Ր.Ա. Палеозой. В кн. Геология Армянской ССР т. II, “Стратиграфия”, Ереван: Изд. АН Арм.ССР, 1964, с. 38-40.
- Варданян А.В. Разломо-блоковая тектоника Урц-Вайоцдзора. Изд. АН Арм.ССР, № 6, 1978, с. 35-44.
- Գաբրիելյան Ա.Ա., Տարկիսյան Օ.Ա., Տիմոնյան Դ.Ս. Сейсмоструктура Армянской ССР. Ереван: Изд. ЕГУ. 1981. 283 с.
- Bender B. and Perkins D. Seisrisk III: A Computer Program for Seismic Hazard Estimation, US Geological Survey Bulletin 1772, 1987, p. 20.
- R.I. Budnitz, G. Apostolakis, D.M. Boore, L.S. Cluff, K.I. Coppersmith, C.A. Cornell, P.A. Morris, Recommendations for Probabilistic Seismic Hazard Analysis: Guidance on Uncertainty and Use of Experts. Main report, Prepared by: Senior Seismic Hazard Analysis Committee (SSHAC), Lawrence Livermore National Laboratory, U.S. Nuclear Regulatory Commission, U.S. Department of Energy, Electric Power Research Institute; (NUREG/CR-6372; UCRL-ID-122160), 1997, vol.1; pp.256.
- Douglas J. A Comprehensive Worldwide Summary on Strong-Motion Attenuation Relationships for Peak Ground Accelerations and Spectral Ordinates (1969 to 2000). ESSE Report No. 01-1, Imperial College of Science, Technology and Medicine, Civil Engineering Department, London, 2001, p. 144.
- Karakhanyan A.S., Trifonov V.G., Philip H., Avagyan A.V., Hessami Kh., Jamali F., Salih Bayraktutan M., Bagdassaryan H.R., Arakelyan S.R., Davtyan V.T., Adilkhanyan A. Active faulting and natural hazards in Armenia, eastern Turkey and northwestern Iran. Tectonophysics 380. 2004, pp.189– 219.
- Reiter L. Earthquake Hazard Analysis, Issues and Insights, Columbia University Press, New York. 1990.
- Steven L., Kramer, Geotechnical Earthquake Engineering, Prentice-Hall International Series in Civil Engineering and Engineering Mechanics, Univ. of Washington, 1996. p. 653

Գրախոսող՝ Ս.Ն.Նազարեթյան

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СЕЙСМИЧЕСКОЙ И
ПРИРОДНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОПАСНОСТЕЙ ДЛЯ
ТЕРРИТОРИИ ВАЙОЦДЗОРСКОГО МАРЗА**

**М.А. Аванесян, Р.Р. Дургарян, С.Г. Бабаян, Л.С. Асатрян,
М.Р. Геворкян, М.А. Симонян, А.Р. Аракелян,
С.Р. Аракелян, А.С. Мкртчян**

Резюме

В статье приводятся данные о впервые проведенной оценке сейсмической опасности для территории Вайоцдзорского марза. Было проведено детальное сейсмическое районирование территории марза. Оценка сейсмической опасности была произведена как вероятностным, так и детерминистическим подходами. В работе обсуждаются различные модели затухания, которые приемлемы для исследуемой территории и использованы в процессе расчетов сейсмической опасности.

**ASSESSMENT OF THE SEISMIC HAZARD AND NATURAL
GEOLOGICAL PROCESSES IN THE VAYOTS DZOR MARZ**

**M.A. Avanesyan, R.R. Durgaryan, S.H. Babayan, L.S. Asatryan,
M.R. Gevorgyan, M.H. Simonyan, A.R. Arakelyan, S.R. Arakelyan,
A.S. Mkrtchyan**

Abstract

Article shows the results on first assessment of seismic hazard for the territory of Vayots Dzor province. The detailed seismic zoning of the province was conducted. Evaluation of seismic hazard was done as by probabilistic as well by deterministic approaches. The paper discusses various models of attenuation that is acceptable for the study area and is used in the calculation of seismic hazard.

**ОСОБЕННОСТИ ОЧАГОВЫХ СПЕКТРОВ АФТЕРШОКОВ
СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 1988 Г.**

© 2011г. А.А.Саакян, С.Н.Назаретян

*„Северная служба сейсмической защиты“ РА
3115, Гюмри, ул. В. Саргсяна, 5^а, Республика Армения
E-mail:snaznssp@mail.ru
Поступила в редакцию 30.11.2010г.*

Выполнено массовое определение спектров выборочных частотных кодов афтершоков Спитакского землетрясения 1988г. по записям сейсмической станции “Степанаван”. С их помощью рассчитаны отклонения колебаний и очаговые спектры скоростей и ускорений. Выявлены некоторые характерные особенности очаговых спектров. Очаговые спектры большинства афтершоков имеют одинаковую угловую частоту, в основном низкую. До и после землетрясения качественные и количественные характеристики геологической среды, подвергшейся воздействию сильных землетрясений, практически не изменились.

Исследования проводились по записям частотно-избирательной аппаратуры – ЧИСС на сейсмической станции “Степанаван”, находящейся в 20 км от эпицентра главного толчка Спитакского землетрясения 1988г. Наблюдения были начаты за три года до землетрясения и продолжены после восстановления станции 14-ого декабря 1988г. Обработаны записи 143 землетрясений, энергетические классы которых взяты из каталога сети сейсмических станций Армении и из бюллетеней первичной обработки сейсмической станции “Степанаван” по записям аппаратуры СКМ-3. Проведено массовое определение спектров код, а по ним вычислены очаговые спектры смещения, скорости и ускорения. Выявлены характерные особенности очаговых спектров афтершоков Спитакской зоны.

Количество землетрясений с энергетическим классом $K \geq 7$, для которых спектры определялись по кодам N 1, приведены ниже в табл.1.

Таблица 1

K	6,6-7,5	7,6-8,5	8,6-9,5	9,6-10,5	< 10,5
N	9	49	56	13	6

Измерены данные далеко не всех землетрясений энергетического класса таких уровней, так как из-за высокой активности афтершокового процесса (за год на станции “Степанаван” зарегистрировано более 10 тысяч событий) многие землетрясения перекрываются на записях, кода одного события часто искажена наложением других землетрясений.

Аппаратура ЧИСС-кп “Степанаван” имела восемь полосовых фильтров. У каналов с центральными частотами 0,3; 0,6; 1,25; 2,5; 5,0;

10,0 Гц, относительная ширина полосы равна 0,48, а у высокочастотных каналов 18,0 и 27,0 Гц составляет 0,22.

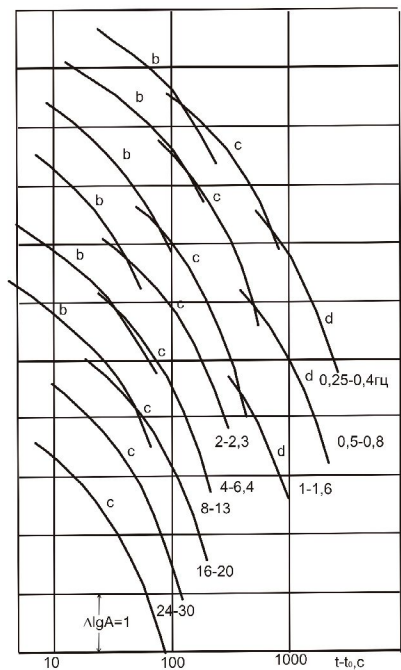


Рис.1. Сводные огибающие ЧИСС-коды по записям станции “Степанаван”.

На рис.1 приведены сводные огибающие коды. Как видно, на них выделяются три сегмента (в, с, d), различающиеся по времени прослеживания на разных частотах и по эффективным добротностям. Сегмент *в* прослеживается для частот 0,3-10 Гц в интервале времени 10-130 сек; сегмент *с* прослеживается на всех частотах, причем с ростом частоты интервал времени сужается: так, при частоте 3,0 Гц на интервале от 150 до 800 сек., для 10,0 Гц - от 50 до 200 сек., при 27,0 Гц- от 10 до 90 сек; сегмент *d* прослеживается для частот от 0,3 до 1,25 Гц при временах от 400-800 сек. до 1000-2500 сек. Для всех сегментов определены значения добротности $Q(f)$. Значимых изменений добротности в афтершоковом периоде по сравнению с предшествующим землетрясению периодом практически не произошло.

Форма спектральных огибающих код, их ветвей сохраняется неизменной в пределах обширного региона, а уровень огибающих определяется интенсивностью очагового излучения в исследуемом диапазоне частот и не зависит от взаимного расположения очага и станции. Это позволяет в аналитическом выражении огибающей $A(f,t)$ разделить функцию очага и функцию среды (Раутиан, Халтурин, 1976). Так как функция, зависящая от среды, одинакова для записей всех землетрясений исследуемого района, то интенсивность коды данного землетрясения на частоте f может быть описана одним числом, например - A_{100} . Эти свойства коды позволяют эффективно применять ее для исследования спектров

очагового излучения, для чего обычно вводится понятие “ЧИСС-спектр коды”, которое для данного землетрясения есть совокупность значений $A_{100}(f)$ для всех исследованных частот. Оно является сечением частотно-временного поля в условно-выбранный момент времени $t = 100 \text{ сек.}$ (Раутиан и др., 1980). Разумеется, значение t может быть взято произвольно. Мы принимаем такое значение t , при котором форма огибающей коды надежно установлена и которое для всех частот находится на регионально-устойчивых ветвях c или d . Для местных землетрясений $t = 100 \text{ сек.}$ удовлетворяет этим условиям (Раутиан и др., 1991).

Переход от ЧИСС – спектров коды $A_{100}(f)$ к очаговому спектру смещения делался как в работе (Rautian, Khalturin, 1978) с помощью трансформной переходной функции $d(f)$.

$$\lg \text{DIS}(f) = \lg A_{100}(f) + d(f)$$

Очаговые спектры, определенные по их ЧИСС-спектрам коды, являются очень существенной характеристикой очага, так как они полностью свободны от влияния среды и гипоцентрального расстояния, а также от функции очагового излучения. Очаговый спектр смещения характеризует только сам очаг землетрясения. В области своего максимума он численно равен сейсмическому моменту M_0 (Раутиан и др., 1985). Из очаговых спектров смещения $\text{DIS}(f)$ вычисляются очаговые спектры скорости $\text{VEL}(f)$ и ускорения $\text{ACC}(f)$ с помощью дифференцирования.

$$\lg \text{VEL}(f) = \lg \text{DIS}(f) + \lg(2\pi f) \quad \text{и} \quad \lg \text{ACC}(f) = \lg \text{DIS}(f) + 2\lg(2\pi f)$$

Максимум очагового спектра скорости приходится на частоты, при которых излучается основная доля сейсмической энергии. Максимум очагового спектра ускорения приходится на высокие частоты.

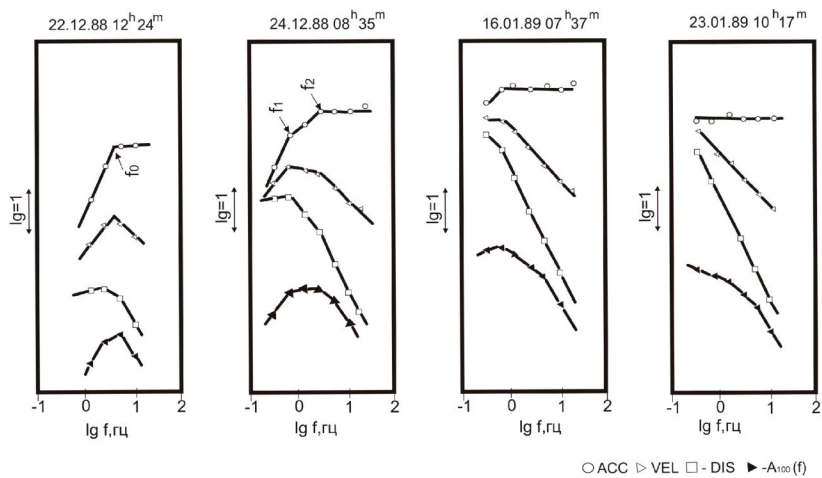


Рис.2. Примеры ЧИСС-спектров коды $A_{100}(f)$ и вычисленных по ним очаговых спектров смещения $\text{DIS}(f)$, скорости $\text{VEL}(f)$ и ускорения $\text{ACC}(f)$.

На рис.2 показано несколько примеров определения ЧИСС-спектров: коды $A_{100}(f)$ - внизу, а сверху приведены полученные очаговые спектры смещения $DIS(f)$, скорости $VEL(f)$ и ускорения $ACC(f)$. Для сравнительно сильных афтершоков ($M > 3$) угловые частоты часто выходили за рамки регистрируемого диапазона частот, то есть ниже $0,3 \text{ Гц}$, из-за чего для таких толчков пришлось определить только уровень спектра ускорения и в некоторых случаях вторую угловую частоту, а плоскую часть спектра смещения проследить не удалось. Поэтому получить полный спектр и оценить очаговые параметры удалось не для всех землетрясений. На рис.2 слева приведен пример полного спектра, то есть такого, для которого прослежены и низкочастотная плоская часть спектра смещения и высокочастотная плоская часть спектра ускорения, где определены угловые частоты. Среди афтершоков, у которых определен полный спектр, около 60% имеют одну угловую частоту. Этим Спитакская зона отличается от других регионов и, в частности, от Средней Азии, Казахстана, Копетдага, где преобладают спектры с двумя угловыми частотами (Раутиан и др., 1985).

Для большинства афтершоков определены спектральные параметры: максимум очаговых спектров смещения F_0 (дислокационный момент) и ускорения F_2 , угловые частоты f_0, f_1, f_2 и соответствующие этим частотам значения очагового спектра скорости F_1, F_{11}, F_{12} . По этим спектральным параметрам, согласно стандартной методике (Раутиан и др., 1985), вычислены очаговые параметры: сейсмический момент $M_0 = mF_0$; сейсмическая энергия $\lg E = 2\lg(F_{12}) + \lg f_2 - 0,35$; кажущееся напряжение $hd = E/F_0$, где m - модуль сдвига, h - сейсмический коэффициент полезного действия, принимающий значения между 0 и 1.

Вычисленные по найденным очаговым спектрам сейсмический момент и кажущееся напряжение являются однозначными, так как не зависят от каких-либо допущений относительно размеров очага и характера связи этих размеров с угловыми частотами спектра. При их вычислении нужно задать лишь значения скорости распространения волн, плотности и модуля сдвига в породах очаговой области.

На рис.3 приведено соотношение между логарифмом энергии, вычисленному по спектру, и энергетическим классом-К. Как известно $\lg E = K$, что соответствует прямой линии на рис.3, но, как видно из этого рисунка, энергетические классы, вычисленные по очаговым спектрам, в среднем завышены примерно на 0,4-0,5 единиц по сравнению с ожидаемыми. Это характерно для зон, где происходящие землетрясения низкочастотны.

Большинство афтершоков Спитакского землетрясения характеризуются низкими значениями кажущихся напряжений: $0,003 \text{ МПа}$ $<\eta\delta> 1 \text{ МПа}$. Как видно из рис.4, кажущиеся напряжения заметно возрастают с энергией землетрясения.

Таким образом можно констатировать, что большинство слабых

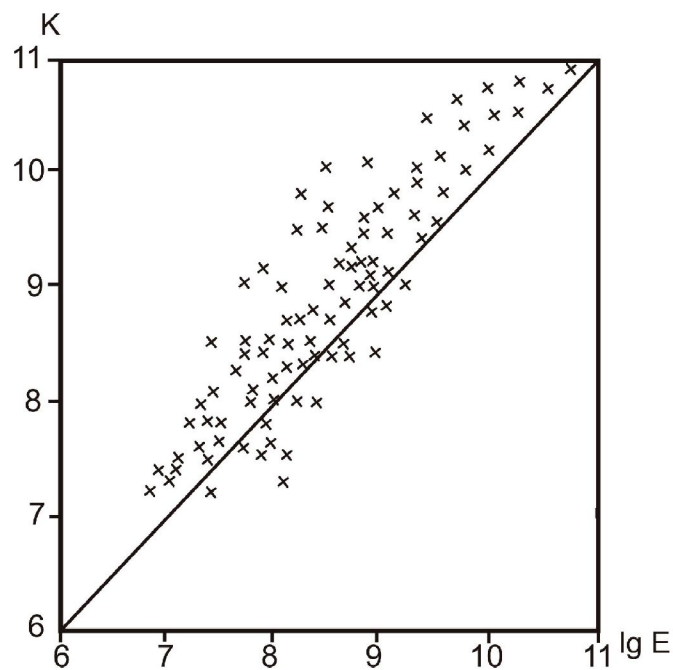


Рис.3. Соотношение между логарифмом энергии, вычисленному по спектру, и энергетическим классом.

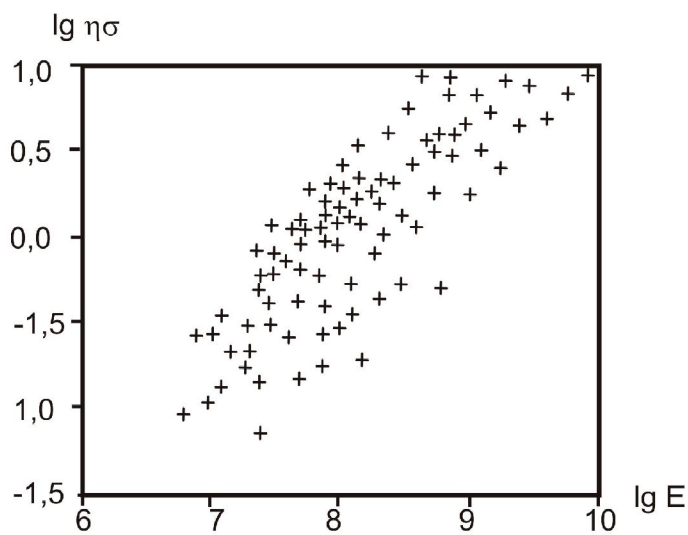


Рис.4. Зависимость кажущихся напряжений от энергии.

афтершоков Спитакского землетрясения имеют одну угловую частоту и в целом низкочастотны. Значимых изменений добротности в афтершоковом периоде, по сравнению с предшествующим периодом, практически не произошло.

Данная статья посвящается светлой памяти известного советского сейсмолога Виталия Ивановича Халтурина, внесшего большой вклад в область исследований очаговых зон землетрясений территории Армении инструментальными методами.

ЛИТЕРАТУРА

- Раутиан Т.Г., Халтурин В.И. Спектральные свойства коды местных землетрясений как инструмент исследования очагового излучения. ДАН СССР, 1976, 222, N 3, с. 566-569.
- Раутиан Т.Г., Халтурин В.И., Закиров М.С. Экспериментальные исследования сейсмической коды. М.: Наука, 1981, 142с.
- Раутиан Т.Г., Халтурин В.И., Земцова А.И. Очаговые спектры и параметры землетрясений Средней Азии, Казахстана, Копетдага и сопредельных областей. Землетрясения в СССР в 1982 г. М.: Наука, 1985, с. 105-110.
- Раутиан Т.Г., Халтурин В.И., Саакян А.А. Спектральные параметры очагов слабых землетрясений Спитакской зоны. Изв. АН СССР, Физика Земли, 1991, N 2, с. 56-61.
- Rautian T. G, Khalturin V. I. The use of coda for determination of source spectrum. Bull. Seismol. Soc. Amer., 1978, V. 68, N4, pp. 923-928.

Рецензент Э.Г.Геодакян

ՍՊԻՏԱԿԻ 1988Թ. ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԻ ՀԵՏՅՆՑՈՒՄՆԵՐԻ ՕԶԱԽԱՅԻՆ ՍՊԵԿՏՐՆԵՐԻ ԱՌԱՆՋՆԱՀԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ա.Հ. Սահակյան, Ս.Ն. Նազարեթյան

Ամփոփում

Կատարվել է „Ստեփանավան” սեյսմիկ կայանի հաճախային բնութագրի կողերի սպեկտրների զանգվածային որոշում և նրանց միջոցով հաշվարկվել է տատանման շեղումների, արագության և արագացման օջախային սպեկտրները:

Բացահայտվել են օջախային սպեկտրների որոշ բնութագրող առանձնահատկություններ: Սպիտակի 1988թ. երկրաշարժի հետցնցումների մեծամասնությունը առաջին տիպի է, այսինքն նրանց օջախային սպեկտրներն ունեն մեկ անկյունային հաճախականություն և առավելապես ցածրահաճախային են:

Մինչ երկրաշարժը և երկրաշարժից հետո միջավայրի ամրության բարորակությունը գործնականում չի փոփոխվել:

PECULIARITIES OF THE AFTERSHOCK SOURCE SPECTERS OF 1988 SPITAK EARTHQUAKE

A. H. Sahakyan, S. N. Nazaretyan

Abstract

The mass definition of selected frequency cods for seismic station “Stepanavan” is done and with the help of this the source specters of oscillation deflections, velocities and accelerations are calculated.

Some characteristic peculiarities of source specters are revealed. The great part of Spitak earthquake aftershocks are of the first type, that is their source specters have one angle frequency of occurrence and greatly they are of low frequency.

The solidity of the environment practically hasn't changed.

ОДНОМЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ ДАННЫХ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ (на примере Соткского золоторудного месторождения)

© 2011г. К.А. Карапетян, А.З. Чилингарян

Институт геофизики и инженерной сейсмологии НАН РА
3115, Гюмри, ул. В.Саргсяна, 5, Республика Армения
AvikCh1@yandex.ru

Поступила в редакцию 16.12.2008 г.

В статье представлены результаты одномерной энергетической фильтрации данных электроразведки, полученных на Соткском золоторудном месторождении Армении. Статистической обработке результаты наблюдений подверглись по методу блуждающих токов (БТ). Рассчитана автокорреляционная функция исходных значений поля БТ. В результате статистической обработки данных площадных наблюдений исследованные поля разделены на естественные ортогональные составляющие.

Проблема обнаружения слабых аномалий актуальна при решении традиционных задач поиска и разведки рудных месторождений. Эту задачу можно успешно решать статистическими методами обработки исходных данных. В настоящей работе представлены расчеты весовых функций, которые могут обеспечить эффективность применения одномерной энергетической фильтрации при интерпретации данных электроразведки.

Расчет весовых функций одномерного энергетического фильтра базируется на знании автокорреляционной функции (АКФ) исходного поля из матричного уравнения

$$[R_s(m-i) - \lambda R_n(m-i)] \times h_i = 0, \quad (1)$$

где $R_s(m-i)$ и $R_n(m-i)$ – автокорреляционные функции соответственно сигнала и помехи h_i – весовой функции энергетического фильтра (Никитин, 1986; Карапетян, Чилингарян, 1998). Задача определения весовой функции энергетического фильтра значительно упрощается, если помеха является некоррелированной. В этом случае корреляционная матрица помехи – единичная, и матричное уравнение (1) в развернутой форме имеет вид

$$\begin{bmatrix} R_s(0) - \lambda & R_s(1) & \dots & R_s(m) \\ R_s(1) & R_s(0) - \lambda & \dots & R_s(m-1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ R_s(m) & R_s(m-1) & \dots & R_s(0) - \lambda \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_0 \\ h_1 \\ \vdots \\ h_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} \quad (2).$$

Существуют $(m+1)$ собственных значений - λ_i и соответствующих им собственных векторов - h_i , удовлетворяющие уравнению (2). Располагая собственными значениями λ_i по их убыванию и выбирая среди них максимальное - $\lambda_{\max}$, находим собственный вектор h_i в качестве искомой весовой функции. Выходной сигнал Y_1 , полученный по формуле

$$Y_i = \sum h_i f_{ji}, \quad (3)$$

после фильтрации с весовой функцией h_i и соответствующий первому собственному значению - $\lambda_{\max}$, является той составляющей наблюдаемого поля, которая обладает наибольшей энергией.

Оценка возможностей использования одномерного энергетического фильтра при выделении слабых сигналов в данной статье представлена на примере интерпретации данных электроразведки, в частности, метода блуждающих токов, полученных на участке "Центральный" (Южный фланг) Соткского золоторудного месторождения.

В пределах Соткского месторождения находится массив перидотитов с подчиненными ему участками дунитов, пироксенитов и габбро. Зоны разломов месторождения расположены среди пород габбро, перидотитов и серпентинитов. К этим разломам приурочены рудные зоны, повторяющие морфологию вышеотмеченных пород. Мощность отдельных рудных зон, представленных гидротермально измененными породами, колеблется в пределах 10-50 м. В них выделяются линейно-вытянутые рудные тела большой протяженности (Магакян и др., 1980).

В результате нескольких стадий гидротермальной деятельности, а также четко проявленных процессов поверхностного выветривания породы, рудные тела обладают непостоянством минерального состава. По вещественному составу, физико-химическим условиям и степени окисления руды представлены тремя типами зон:

- 1) зона окисления, сложенная бурыми железняками с реликтами сульфидных руд;
- 2) зона частичного выщелачивания;
- 3) зона первичных руд, представленная кварц-карбонатной породой с сульфидной минерализацией.

В некоторых случаях кварц-карбонатные жилы расположены в зоне гидротермально измененных пород (Амирян, 1968).

Статистические исследования проводились по девяти профилям: от профиля 4 до профиля 12, пикеты 200-800.

По вычисленным значениям автокорреляционной функции (АКФ) исходных полей БТ для профилей 4, 8 и 12 рассчитан размер одномерного фильтра.

Как видно из рис. 1, значения АКФ для метода БТ резко снижаются, начиная с $m=3$, где коэффициент автокорреляции достигает $R(m)=0.3$ по всем профилям - 4, 8 и 12 (линия $R(m)=0.3$). Исходя из этого, размер одномерного фильтра для метода блуждающих токов нужно выбирать $m=3$.

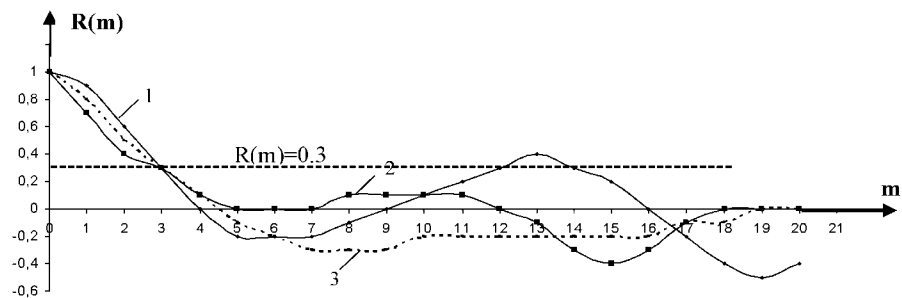


Рис. 1. Кривые АКФ для исходных данных метода блуждающих токов: 1, 2, 3 – соответственно для профилей 4, 8 и 12 (участок «Центральный» Соткского месторождения).

Исходные значения наблюдаемого параметра блуждающих токов $\Delta\Psi$ представлены на рис. 2 (Гамоян и др., 1982). В районе пород габбро кривые характеризуются выдержанными значениями $\Delta\Psi = 0,5-1,5 \text{ед.}$

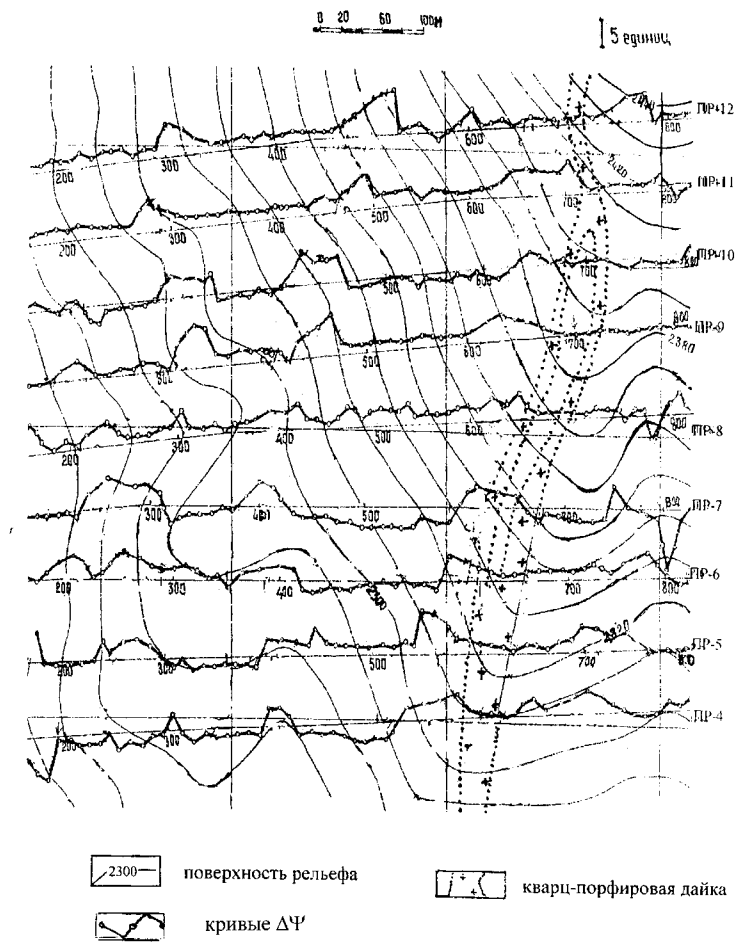


Рис.2. Кривые $\Delta\Psi$, полученные на Южном фланге «Центрального» участка Соткского золоторудного месторождения (значения поля БТ по Гамояну В.Б.).

По составленной программе вычислены собственные значения λ_i и соответствующие им собственные векторы - h_i по всем профилям 4-12 (формула 2). В качестве примера приведем значения λ_i и h_i для профиля 4.

$$\lambda_1 = 5.6, \quad \lambda_2 = 1.48, \quad \lambda_3 = 0.57;$$

т.е. $\lambda_{\max} = 5.6$ и соответствующий им собственный вектор равен

$$h_{11} = 0.55; \quad h_{12} = 0.61; \quad h_{13} = 0.55.$$

Если вычислить процент вклада первого собственного значения в общую дисперсию для профиля 4, у нас получается $D_1 = 71\%$, т.е. первая главная составляющая из общего поля выделяет максимум энергии (Никитин, 2001).

Результаты статистической обработки данных БТ представлены на рис. 3.

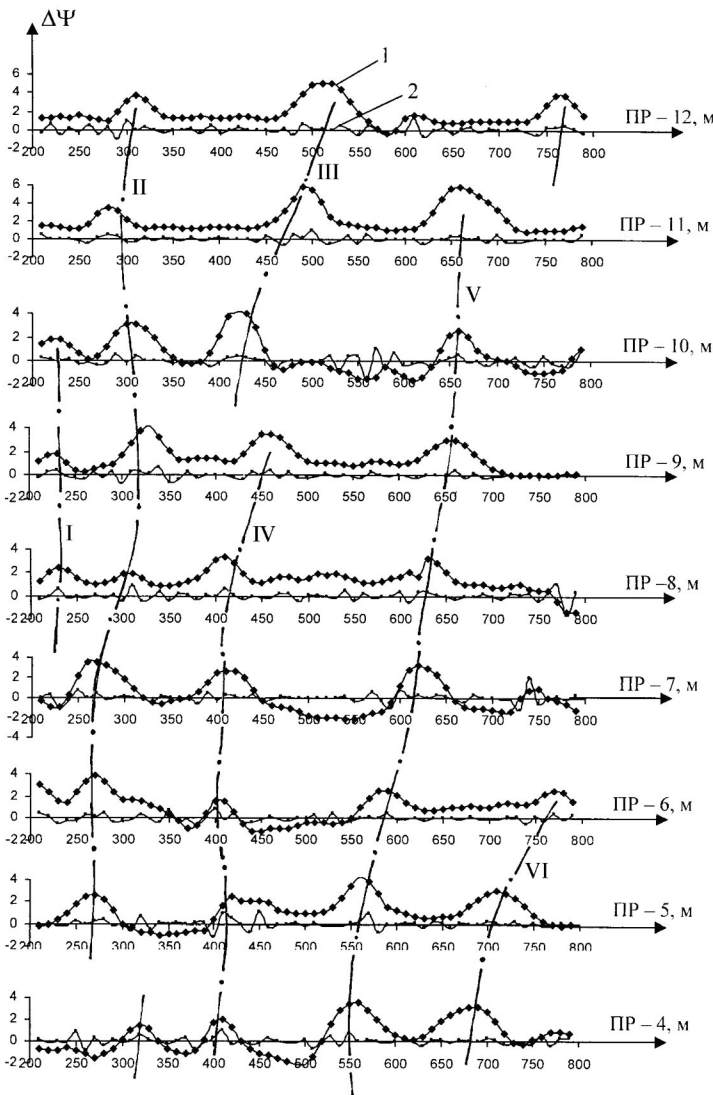


Рис. 3. Результаты разделения на составляющие поля БТ с помощью одномерного энергетического фильтра (Сотское золоторудное месторождение, Южный фланг участка «Центральный»).

1 – первая главная составляющая поля БТ;
 2 – остаточное поле БТ .
 I, II, III, IV, V, VI – предполагаемые аномальные зоны, полученные после статистической обработки.

В процессе обработки поле блуждающих токов f_i разделено на две ортогональные составляющие: первая, главная составляющая - Y_i (кривая 1) и остаточное поле - $Y_{ост}$ (кривая 2) (Никитин, 1986)

$$Y_{ост} = f_i - Y_i \quad (4).$$

По результатам статистической обработки (рис.3) выделены почти все слабые аномалии, которые можно проследить по некоторым профилям, а также выявлены новые, не отмеченные геофизическими исследованиями.

Представленная на рис. 3 аномальная зона II уточняет простиражение предполагаемой геофизической аномалии, аномальная зона III четко выделяется по профилям 10-12, а зона IV (рис.3) – от ПР4 до ПР9. Аномальная зона V, приведенная на рис. 2, приурочена к зоне кварц-порфировой дайки.

В результате проведенных исследований и статистической обработки исходных данных с помощью энергетической фильтрации выделены новые аномальные зоны – I и VI, ранее не отмеченные, а также локальные аномалии по профилям 4 (пикет 300, рис.3) и 12 (пикет 750, рис.3).

Надо отметить, что надежность выделения полученных аномалий обеспечивается правильным выбором размера одномерного фильтра, что определено после проведенных исследований. При значениях $m < 3$ велика вероятность обнаружения ложной аномалии, а при $m > 3$ больше вероятности пропуска аномалии, что является одним из основных результатов.

В результате исследований можно сделать следующие выводы:

1) при энергетической фильтрации данных БТ размер фильтра нужно брать $m=3$, который обеспечивает надежность разделения исходного поля по ортогональным составляющим;

2) статистическая обработка исходных данных позволила уточнить аномалии, полученные методом блуждающих токов и выделить новые аномальные зоны, не выявленные после интерпретации данных БТ.

ЛИТЕРАТУРА

- Амирян Ш.О.** Некоторые черты металлогении золота и золотоносные ассоциации минералов в Армянской ССР. Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, 1968, XXI, №4, с. 3-13.
- Гамоян В.Б., Унисян Ф.С., Чилингарян А.З.** Особенности естественных электрических полей на рудных месторождениях и их геофизические модели. Тезисы докл. Всесоюз. совещ. по разработке, комплексированию геофизических методов при детальной и эксплуатационной разведке рудных месторождений. Ленинакан: 1982, с. 68-70.
- Карпетян К.А., Чилингарян А.З.** Применение корреляционного способа обработки геофизических данных на Меградзорском месторождении (Армения). Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1998, LI, №1-2, с. 114-117.

- Магакян Н.И., Арутюнян Т.М., Акмаева С.С., Карагулян С.О.** Геолого-технологическая типизация руд Зодского месторождения. Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, 1980, XXXIII, №5, с.35-43.
- Никитин А.А.** Теоретические основы обработки геофизической информации. М.: Недра, 1986, 342 с.
- Никитин А.А.** Статистическая теория выделения слабоконтрастных объектов. Вопросы теории и практики комплексной геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей. М.: 2001, с. 48-63.

Рецензент Р.С. Минасян

**ԷԼԵԿՏՐԱՀԵՏԱԽՈՒՉԱԿԱՆ ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ ՄԻԱԶԱՓ
ԷՆԵՐԳԵՏԻԿ ՖԻԼՏՐԱՑԻԱՆ
(Սոտքի ոսկու հանքավայրի օրինակով)**

Կ.Ա. Կարապետյան, Ա.Զ. Չիլինգարյան

Ա մ փ ո փ ո մ

Հոդվածում ներկայացված են Սոտքի ոսկու հանքավայրում քափառող հոսանքների մեթոդով ստացված տվյալների միաչափ էներգետիկ ֆիլտրացիայի արդյունքները:

Վիճակագրական մշակման են ենթարկվել «Կենտրոնական» տեղամասի Հարավային թևում ստացված արժեքները: Հաշվարկվել են նաև ներկայացվող դաշտի ավտոկորելյացիոն ֆունկցիայի գրաֆիկները: Աշխատանքի արդյունքում հաջողվել է հետազոտվող դաշտը բաժանել օրթոգոնալ բաղադրիչների և անջատել թույլ արտահայտված անոմալիաները:

**ONE-DIMENSIONAL POWER FILTRATION OF THE
ELECTROINVESTIGATION DATA
(on an example of Sotk gold deposit)**

K. A. Karapetyan, A. Z. Chilingaryan

A b s t r a c t

The results of an one-dimensional power filtration of electroinvestigation data, received on Sotk gold deposit of Armenia are submitted. To statistical processing the results of supervision on method of wandering currents have undergone. The auto correlation functions of the submitted fields are designed also. As a result of job the investigated fields are divided into natural orthogonal components and revealed the weak anomalies.

КАРТА ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ТЕРРИТОРИИ АРМЕНИИ С УЧЕТОМ ПОПРАВКИ ЗА РЕЛЬЕФ

© 2011г. К.С.Варданян, Н.М.Погосян

*Институт геофизики и инженерной сейсмологии НАН РА
3115, г.Гюмри, ул. В.Саргсяна, 5, Республика Армения
e-mail: iges_kvardanyan@mail.ru
Поступила в редакцию 17.11.2010 г.*

Поправка за рельеф в значениях теплового потока увеличила контрастность между аномальными и фоновыми значениями этого параметра. После учета искажений, вызванных рельефом, на карте тепловых потоков территории Армении, внутри центральной региональной аномалии теплового потока отчетливо выделились две цепи более интенсивных аномалий, направленных по линиям Баяндур - Ванадзор и Раздан- Джермахбюр.

Глубинный тепловой поток (ТП), являясь прямым отражением глубинных процессов и теплового потенциала недр, может играть ключевую роль при интерпретации результатов геофизических исследований земных недр. Однако, изучение глубинного теплового потока сильно отстает от изучения других геофизических параметров, так как измерения температуры в скважинах весьма объективно ограничены наличием пригодных для измерений скважин. Одновременно, далеко не все комплексы пород, пройденных соответствующими скважинами, подвержены исследованию теплофизических свойств образцов керна.

Таким образом, специфика определения глубинного ТП стала причиной малочисленности и весовой неоднородности значений ТП, а также их неравномерного распределения по территории. Это обстоятельство значительно снижает возможности количественного сопоставления результатов геотермических и других геофизических исследований с целью решения задач как фундаментального (построение комплексной геофизической модели земной коры территории Армении), так и прикладного (выделение локальных, более интенсивных возмущений внутри региональной аномалии теплового потока) спектров.

Высокая разрешаемая способность геотермического метода при построении комплексных геофизических моделей, важность выявления запасов геотермальной энергии формируют определенную потребность расширения экспериментальной базы исследований теплового поля территории Армении, что трудно выполнимо в связи с необходимостью бурения новых или использования старых скважин. В настоящее время достижение очередного уровня геотермического изучения территории Армении связано, на наш взгляд, в основном с обработкой уже имеющихся данных, примером чего может являться введение поправки за рельеф в наблюдаемые значения геотермического градиента (Варданян, 2008). Впоследствии на основе исправленных значений геотермического

градиента рассчитаны исправленные от искажений рельефа значения теплового потока.

После введения поправки за рельеф в значения ТП картина их распределения по территории, сохраняя ранее выявленные основные закономерности, приобрела также некоторые новые качества, осмыслившие составление новой карты ТП.

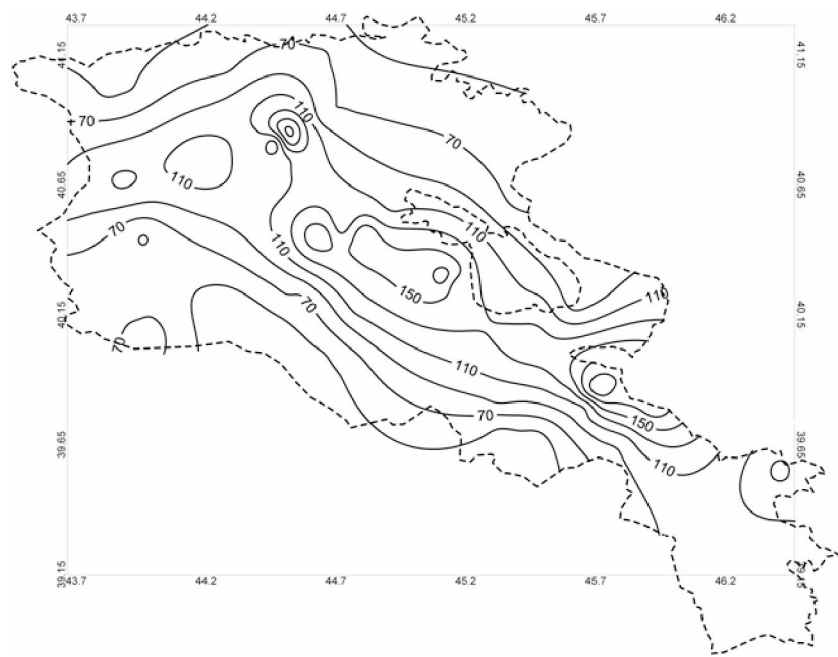


Рис.1 Карта тепловых потоков территории Армении с учетом поправки за рельеф.

- 70 - изолинии теплового потока, mW/m^2

По ходу исследования теплового поля территории Армении, в соответствии с достигнутым уровнем изученности, были построены карты геотермического градиента или теплового потока исследуемой территории с подробным описанием методологических и инструментальных подходов при измерении температуры в скважинах, а также лабораторных измерений теплофизических свойств образцов керна (Мириджанян, 1965; Аветисянц, 1979; Варданян, Гордиемко, 1984).

На основе исправленных от искажений рельефа значений теплового потока построена новая карта тепловых потоков территории Армении с учетом поправки за рельеф (рис.1). Карта построена с помощью геоинформационной системы Surfer 8.0, выпущенной компанией Golden Software для обработки многомерных экспериментальных данных, а также для построения карт и трехмерных изображений. Изолинии проведены через $20 mW/m^2$, максимальные значения теплового потока колеблются в пределах от 110 до $170 mW/m^2$.

Анализ значений ТП, расположенных на расстоянии не больше 10 км, показал, что среднее расхождение между близко расположенными значениями теплового потока, составившее 15 %, после введения поправки за рельеф снизилось почти вдвое и составляет примерно 8 %.

На новой карте ТП, как уже было отмечено, в общих чертах сохранены ранее выявленные закономерности распределения значений теплового потока по территории Армении, одновременно введение поправки привело к некоторым значимым изменениям:

- во-первых, из-за высокогорного рельефа поднялся общий уровень значений теплового потока, свидетельствующий о бо́льшем тепловом потенциале недр территории, чем это предполагалось ранее, причем отмечается некоторое увеличение контрастности между аномальными и фоновыми значениями теплового потока;

- во-вторых, внутри региональной аномалии вырисовываются конфигурации более интенсивных возмущений теплового потока, оконтуренные изолиниями 110 мВт/м^2 и 130 мВт/м^2 ;

- в-третьих, обособились две цепи интенсивных возмущений теплового потока, ориентированных по пересекающимся направлениям Раздан-Джермахбюр и Баяндур-Ванадзор.

Несколько юго-западнее стыка Баяндур-Ванадзорской и Раздан-Джермахбюрской цепей интенсивных аномалий теплового потока расположен массив вулкана Арагац, являющийся интереснейшим объектом геологического и геофизического исследований территории Армении и оставшийся до сих пор белым пятном на карте наблюдаемых значений теплового потока.

Интересно отметить, что по результатам более ранних исследований несколько юго-восточнее Баяндур-Ванадзорской линии локальных аномалий теплового потока, по линии Кармрашен- г.Арагац- Апаран, на срезе глубиной 6 км также были отмечены аномально высокие температуры (Мириджанян, Вартанян, 1985).

В заключение отметим, что новая карта ТП территории Армении позволяет с большей уверенностью конкретизировать районы, перспективные в отношении выявления геотермальных месторождений, установить последовательность задач дальнейшего исследования теплового поля территории Армении, выделить районы, подлежащие первоочередному дополнительному экспериментальному исследованию.

Упорядочению результатов и постановке первоочередных задач исследований теплового поля земной коры и верхней мантии территории Армении в значительной степени способствовало бы создание базы данных “Геотермическая изученность территории Армении” на основе современных геоинформационных систем.

ЛИТЕРАТУРА

- Аветисянц А.А. Геотермические условия недр Армении. М.: Наука, 1979, 87 с.
Вартанян К.С., Гордиенко В.В., Новые значения теплового потока на территории Армянской ССР. Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, 1984, № 4, с.70-75.
Варданян К.С. Влияние рельефа территории Армении на значения геотермического градиента. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2008, № 2, с. 45-49.
Мириджанян Р.Т. Геотермическое районирование территории Армянской ССР. Изв.АН Арм.ССР, Науки о Земле, 1965, № 3-4, с.67-74.
Мириджанян Р.Т., Вартанян К.С. Изменение температуры пород с глубиной на территории Армянской ССР. Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, 1985, № 3, с.40-47.

Рецензент С.Н. Назаретян

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՏԱՐԱԾՔԻ ՋԵՐՄԱՅԻՆ ՀՈՍՔԻ ՔԱՐՏԵԶԸ ՌԵԼԵՖԻ ՀԱՄԱՐ ՈՒՂՂՄԱՆ ՀԱՇՎԱՌՈՒՄՈՎ

Կ.Ս. Վարդանյան, Ն.Մ.Պողոսյան

Ա մ փ ո ւ մ

Ջերմային հոսքի՝ ռելիեֆի համար ուղղված արժեքներով կազմվել է ՀՀ տարածքի ջերմային հոսքի նոր քարտեզ, որի վրա ջերմային հոսքի տարածական բաշխման հիմնական օրինաչափությունները պահպանելով հանդերձ, ի հայտ են եկել նաև նոր որակներ.

- առաջին՝ բարձր լեռնային տարածքի շնորհիվ, զգալիորեն՝ 10-30 տոկոսով, բարձրացել է ջերմային հոսքի արժեքների ընդհանուր մակարդակը;

- երկրորդ՝ ջերմային հոսքի ռեգիոնալ անոմալիայի ներսում գծագրվել են առավել ուժգին, տեղային անոմալիաներ, առանձնացված 110 և 130մՎտ/մ² իզոգծերով,

- երրորդ՝ ջերմային հոսքի առավել ուժգին անոմալիաները տեղադրված են Բայանդուր-Վանաձոր և Հրազդան - Ջերմաղբյուր երկու հիմնական ուղղությունների վրա:

DEEP HEAT FLOW OF THE TERRITORY OF ARMENIA IN CASE OF CORRECTION FOR RELIEF

K.S.Vardanyan, N.M. Poghosyan

Abstract

A new map of thermal flow of the territory of Armenia is compiled on the base of values corrected by the distortion of region relief. On the new map inside the regional central anomaly of thermal flow 2 chains of more intensive anomalies of thermal flow are separated by the lines of Bayandur-Vanadjor and Hrazdan-Djermaghbur.

Contrast between anomaly and background values of thermal flow is increased.

**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СЕТИ ХАРТМАНА
(ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ АНОМАЛИЯ).**

**ЧАСТЬ 4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГЛОБАЛЬНОЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СЕТИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВЕЛИЧИНЫ СМЕЩЕНИЯ
ОТДЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

© 2011г. Ю.Г.Агбальян

*Институт геологических наук НАН РА
0019, Ереван, пр.Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
E-mail.Yaghbalyan @gmail.com
Поступила в редакцию 25.01.2011 г.*

В статье описана возможность использования глобальной энергетической сети Хартмана при определении величины смещения отдельных участков земной поверхности и приводится один из возможных вариантов реавализации ее практического применения. Настоящая статья является завершающей в цикле статей, посвященных исследованию геофизической аномалии – глобальной энергетической сети Хартмана, опубликованных в 2008-2010 гг.

Глобальная энергетическая сеть Хартмана – геофизическая аномалия естественного происхождения в виде сети, полосы которой представляют собой слабое электромагнитное излучение дециметрового диапазона (Дубров, 1992; Hartman, 1976), с размерами ячейки, в среднем, 2 м в направлении С-Ю и 2,5 м в направлении З-В, хотя известны и отклонения от этих размеров, связанные, в основном, с геологией местности, наличием карстов, разломов и т.п. Основным препятствием на пути исследования параметров и структуры полос сети Хартмана является отсутствие приборов для ее индикации в силу того, что излучение полос чрезвычайно слабое, и современным приборам не хватает чувствительности, по приблизительным оценкам, примерно 4-5 порядков.

Предложенный в 2003 году метод контактной фотографии, защищенный патентом Республики Армения (Агбальян, 2008), дал возможность визуализации элементов сети Хартмана, поскольку фотопленка является накопительным устройством, *не требующим источника питания* и по этой причине позволяющая использовать длительные выдержки. Согласно данным (Агбальян, 2008, 2009, 2010), полученным при анализе фотографий, полоса сети Хартмана имеет *двойные рентгеновские стенки космического происхождения*, которые и регистрируются на фотопленке и благодаря которым космическое излучение с длиной волны 21 см достигает Землю в виде полосы, шириной 3-4 мм. Без этих стенок космическое излучение не может достигнуть Земли в виде узкой полосы, так как существует явление диффракционного рассеяния, присущее любому излучению. При регистрации излучения полос сети Хартмана реализуется так называемый *принцип взаимности*, хорошо известный

в фотографии и в рентгеновской технике (Боровский,1956). Согласно этому принципу, произведение величины интенсивности излучения на величину экспозиции $I_1 T_1 = I_2 T_2$, где I - интенсивность излучения, T -выдержка, постоянная величина, то есть одинаковое почернение фотопленки получается при интенсивности излучения $I=10^{-5}$ и $T= 10^5$ и при $I=1$ и $T=1$. Экспериментально доказано, что этот принцип сохраняется в диапазоне 4-5 порядков. Используя фотопленку высокой чувствительности и время выдержки порядка 10-15 суток ($1,6 \times 10^6 c$), начиная с 2003 года удалось получить многочисленные фотографии полос сети Хартмана, позволяющие оценить не только их размеры, но и структуру. Одна из таких фотографий приведена на рис.1 (Агбальян, 2008).

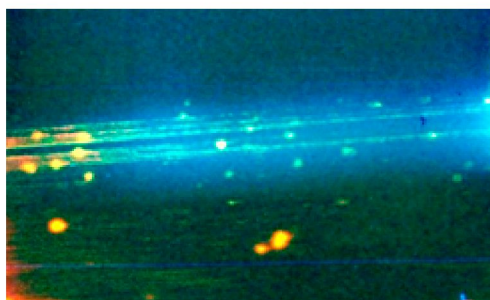


Рис.1

На фотографии изображен небольшой участок фотопленки (время выдержки 15 суток), на котором отчетливо виден “шнур-” средняя часть полосы, шириной 2-3 мм, границами которого являются две белые линии (рентгеновские стенки), хорошо видимые на темном фоне, хотя для видимого диапазона кассета непрозрачна. Светлый ореол вокруг линий— это также рентгеновское излучение стенок во внутрь и наружу.

Изучение полученных фотографий позволило выявить некоторые свойства полос сети Хартмана, часть из которых была обнаружена методом биолокации.

1. В течение времени, периодически, наблюдается дрейф полос.
2. Если одна полоса движется, другая полоса стоит.
3. Полосы дрейфуют скачками (квантованно), поэтому на фотографиях нет “размазывания” изображения (рис.2)
4. Положение двойных рентгеновских стенок относительно поверхности Земли стабильно, с погрешностью менее 1 миллиметра (исследовалось в течение 7 лет).
5. Экспериментально доказано *космическое происхождение* сети, однако, ввиду того, что ее положение *не изменяется* ни от вращения Земли вокруг своей оси , ни от вращения Земли вокруг Солнца, возникает подозрение, что она имеет и некую связь с Землей — парадокс, на который нет ответа ни у астрофизиков, ни у специалистов рентгеновской астрономии

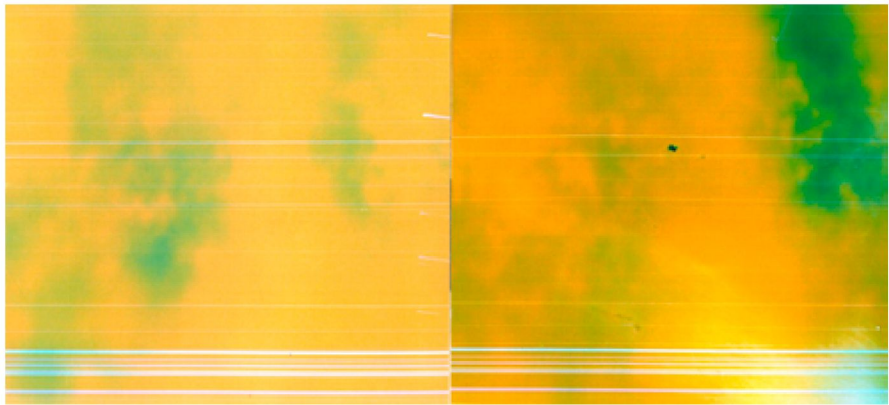


Рис.2

Так или иначе, на фотографиях фиксируются различные варианты дрейфа—от очень незначительных, порядка 1-3 мм, мелких скачков по 3-4 мм до значительных, выходящих за пределы размеров фотопленки-24 мм.

Если исключить дрейф полос сети или иметь возможность его контроля, то по положению двойных рентгеновских стенок на фотопленке, экспонированной в тех же условиях через некоторый промежуток времени, можно будет определить величину смещения отдельных участков земной поверхности.

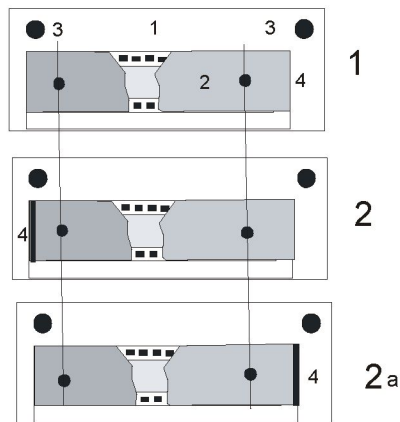


Рис.3

Для подтверждения этой возможности был поставлен следующий эксперимент. Кассеты с пленкой были оборудованы специальными приспособлениями, надежно обеспечивающими неподвижность кассеты в течение эксперимента. Кассета 1 с пленкой 2 (рис.3-1), расположенная в обойме 1, крепится на грунте пластмассовыми штырями 3. Штыри обеспечивают неподвижность обоймы относительно Земли в течение

эксперимента. Кассета 2 в обойме может занимать два положения, в зависимости от того, где находится прокладка 4 (рис.3-2 и 3-2а). Толщина прокладки измерена микрометром и составляет $2,7 \pm 0,01$ мм. Таким образом, первые 7 дней кассеты 1 и 2 экспонируются одинаково, а через 7 дней в кассете 2 меняется положение прокладки 4, и пленка с кассетой в обойме сдвигается на величину толщины прокладки, имитируя тем самым сдвиг плиты, как это показано на рис.3-2а. Если за время экспозиции не было дрейфа полосы, то на фотопленке (рис 3-2а), которая была сдвинута в результате перемещения кассеты, должно получиться изображение еще одной двойной линии, сдвинутой на расстояние, равное толщине прокладки. При этом на пленке в кассете 1 должно быть *одно* изображение двойной линии, поскольку она была неподвижна. Если за время экспозиции произошел дрейф полосы в направлении, перпендикулярном оси пленки, то величина дрейфа, одинаковая для обеих кассет, может быть легко определена путем сравнения полученных изображений на обеих пленках, либо на экране проектора, либо под микроскопом,. Если дрейф произошел параллельно оси пленки, то это никак не должно отразиться на положении двойных линий на обеих кассетах. Подобный модельный эксперимент был проведен и дал ожидаемый результат.

Для измерения величины смещения блоков в натуре, предлагается следующая схема (стратегия) измерений. При этом используется еще одно свойство полос сети Хартмана, обнаруженное экспериментально и подтвержденное в дальнейшем методом контактной фотографии. Если полоса сети Хартмана проходит между двумя проводящими (металлическими) пластинами, расстояние между которыми не превышает половины длины волны излучения, находящегося между двойными рентгеновскими стенками (рис.4,1), при параллельном сдвиге этих пластин на величину, *не превышающую* половины длины волны, то есть на величину менее 10,5 см полоса остается точно посередине между пластинами. Величина участка полосы, который остается точно в центре между пластинами, примерно равна $4-5A$, где A - длина пластины. За пределами этого участка полоса возвращается в свое прежнее положение (рис.4,2). Причина этого явления до конца неизвестна и, вероятней всего, связана с граничными свойствами волновода, образованного двумя проводящими пластинами, однако на практике оно может быть использовано даже без знания его физики, так как, согласно мнению физика, нобелевского лауреата Э.Ферми, *“Если есть факты, теория может подождать”*. Таким образом, один из вариантов возможной схемы эксперимента для определения величины смещения отдельных участков Земли во времени может выглядеть следующим образом. На рис.5 (направление полосы С-Ю) 1- основание, *не имеющее металлической арматуры*, бетон, возможно также использование вместо бетона листового стеклотекстолита, на котором крепятся четыре обоймы с кассетами

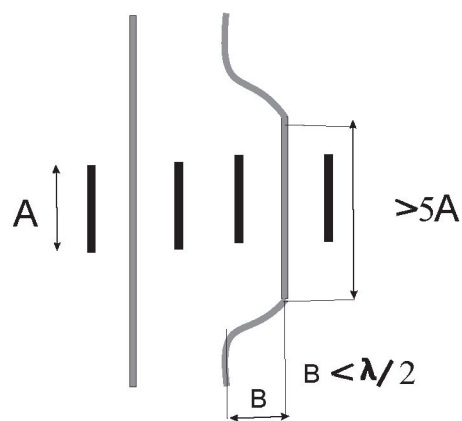


Рис.4

к1, к2, к3, к4 в пазах 2,3,4,5, обеспечивающих воспроизводимость положения кассеты при их замене, причем паз 4 имеет глубину больше чем остальные пазы, что позволяет с помощью прокладки 5 устанавливать кассету либо с прокладкой справа, как показано на рис.5, либо с прокладкой слева. На всех кассетах, на некотором расстоянии **f**, просверлены по два отверстия диаметром 1мм (рис.3), которые сразу после зарядки пленки закрываются светонепроницаемой лентой. Таким образом, на всех пленках после проявления будут видны 2 черные точки, которые, по-существу, являются реперными точками для отсчета величины сдвига. Расстояние **f** между точками должно быть строго одинаковым на всех кассетах. Это расстояние (сверлится с помощью шаблона) контролируется на пробных пленках и определяется погрешность в определении расстояния **f**. Кассета **к1** является опорной и на ней перпендикулярно оси пленки, на расстоянии 50-70 мм, закреплены две проводящие пластины, между которыми располагается полоса сети. Для осуществления эксперимента основание кассет устанавливается со сдвигом **В** относительно естественного положения полосы. При этом полоса на кассете остается посередине между металлическими пластинами (если сдвиг меньше 10,5 см, обычно 5-6 см), а на кассетах **к2** и **к3** полоса занимает место, соответствующее естественному направлению полосы, ввиду того, что эти кассеты расположены на расстоянии больше чем 5-7**A** и на них уже не распространяется действие пластин. Если участок земли был неподвижен, на пленке в кассете **к1** появится изображение двойной линии полосы, которая займет положение, соответствующее оси симметрии между пластинами, а в кассетах **к2** и **к3**—положение, соответствующее естественному положению полос, смещенных относительно положения на кассете **к1** на величину **В**. При сдвиге основания вместе с участком земной поверхности изображение на пленке из кассеты **к1** останется неподвижным за счет наличия пластин, а изображение на пленке из кассет **к2** и **к3** займет положение **С1** или **С2**, в зависимости от направления сдвига. Отклонение от первоначального

положения на кассетах **к2** и **к3** будет соответствовать величине сдвига, если за время экспозиции не было смещения полосы, обусловленного природными артефактами.

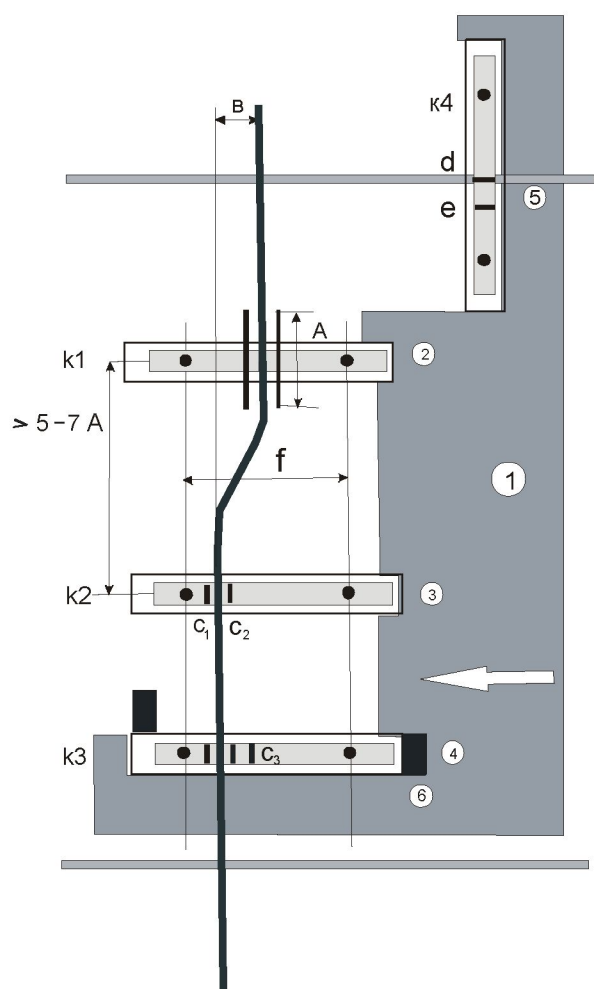


Рис.5

Для разделения величины сдвига участка земли от сдвига, обусловленного экстраординарными явлениями, предназначена кассета **к3**. Пленка в ней экспонируется одну неделю, а затем путем перемещения прокладки 5 кассета сдвигается в одном из направлений на величину размера прокладки.при этом на пленке могут получиться три изображения, что дает дополнительную информацию о направлении сдвига (если он есть) и позволяет разделить сдвиг от внешних факторов, от принудительного сдвига на величину ширины прокладки и вычислить “чистый” сдвиг. В случае, если сдвиг произошел по направлению оси пленки **к1** или **к2**, изображение на пленке из кассеты **к4** должно остаться на месте, так как в результате анализа многочисленных фотографий

доказано, что *если одна полоса движется, то другая полоса стоит*. Если же на пленке из кассеты **к4** есть изображение двух полос **d** и **e** и при этом изменилось расстояние **В** между пленками из кассет **к1** и **к2**, то это будет означать, что перемещение участка земли происходило не строго по сторонам С-Ю и З-В, по которым ориентированы полосы сети Хартмана, а под некоторым углом, и этот угол можно легко определить по положению диагонали прямоугольника, сторонами которого являются величины несовпадения между положениями и расстоянием между двойными линиями на пленке в кассете **к4**. Необходимо отметить, что для получения достоверной информации о движении участков земной поверхности такая же система из четырех кассет – опорной, измерительной, с принудительным сдвигом и контрольной, должна быть расположена и на полосе сети Хартмана, ориентированной по направлению З-В. То есть, измерительный комплекс должен состоять из 8 кассет. На рис.6-1- комплекс, описанный выше, расположен на полосе сети Хартмана, ориентированной по направлению С-Ю, 2- такой же комплекс расположен в полосе сети Хартмана, ориентированной по направлению З-В. Причем комплекс 2 расположен на .полосах элементарной ячейки сети, *не имеющих общих полос с ячейкой 1*, как показано на рис.6. Для определения сдвига через известный промежуток времени, необходимо провести тот же комплекс измерений, используя при этом те же кассеты и плиту- основание, неизменность положения которого должна быть строго гарантирована, что, в основном, и определит погрешность метода.

Обычно при применении метода GPS измерения производятся в год один раз, хотя существует мнение, что за это время существенных изменений может и не произойти, либо это будет настолько малая величина, которая ниже величины разрешающей способности метода, в связи с этим рекомендуется проводить измерения один раз в 4-6 лет (Прилепин, Минин, 2002). Предложенная методика позволяет производить измерения практически через любой промежуток времени и дает возможность

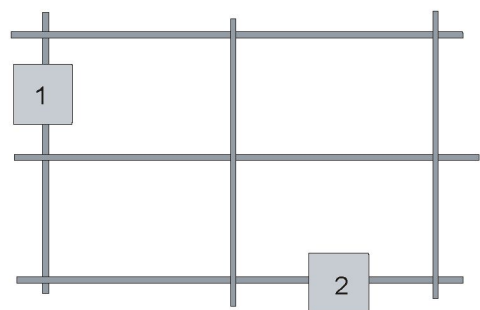


Рис.6

контроля перемещений после каких-либо экстраординарных явлений-вспышек на Солнце или близких землетрясений . Отметим также, что в отличие от метода GPS эта методика *не зависит* от состояния ионосферы

и стратосферы, температуры окружающей среды и рельефа местности, а также существенно дешевле GPS измерений.. При применении этой методики можно гарантированно получить существенно меньшую величину погрешности, поскольку конечный результат получается прямо на пленке в миллиметрах, который можно измерить оптическим компаратором, или, в крайнем случае, с помощью измерительного микроскопа. Необходимо отметить также, что при применении данного метода осуществляется один из основных принципов построения эталонов и реперов в метрологии- эталон должен быть *природным*, как например, гиромангнитное отношение ядер, скорость света, заряд электрона, длина волны излучения между соответствующими переходами в определенных атомах, которые измерены с минимальной, на данный момент времени, погрешностью и непрерывно уточняются (речь идет о 7-14 знаках после запятой) и др. В нашем случае используется природное явление, характерное *для всей Земли*, которое возможно использовать в качестве репера для решения прикладных задач геодинамики. Этот метод имеет хорошие перспективы уменьшения погрешности измерения и уменьшения времени измерения. В методе GPS время измерения в каждой точке выбрано 48 часов, причем эта величина никак не аргументируется и заложена в программе, и можно только догадываться, что этот промежуток времени выбран для большего усреднения измерительного параметра. Однако большое время усреднения может привести к большей вероятности появления артефактов, зависящих от многочисленных факторов, что, несомненно, скажется на полученных результатах, поэтому в метрологии обычно рассчитывается либо *оптимальное время* усреднения измеряемой величины, либо *необходимое количество* измерений для достижения *конкретной* величины погрешности. При этом необходимо определение критерия отбрасывания больших ошибок, полученных в результате анализа нескольких серий измерений. и при этом необходимо учесть, что согласно второй теореме Котельникова в теории информации- "*Избыток информации также вреден, как и ее недостаток*"

Уменьшения времени измерения в данном случае можно достичь чисто техническими средствами. К ним относятся методы гиперсенситивизации и латенсификации, увеличивающие чувствительность фотопленки в 2-4 раза при обработке пленки перед экспонированием различными химикатами (Журба,1990). Более перспективным, с нашей точки зрения, является так называемый *пуш-процесс*, принятый в настоящее время для повышения чувствительности фотопленки в 10 и более раз. Процесс заключается в экспонировании пленки короткой экспозицией с последующим проявлением в разбавленном проявителе в течение длительного времени, позволяющем проявить те зерна галогенида серебра, которые не выявляются при быстрой проявке. Таким образом, при использовании фотопленки чувствительностью 400 ISO, которую мы используем в настоящее время, можно получить пленку чувствительностью 4000 ISO и сократить время экспозиции с 15 суток до 36

часов, а в некоторых случаях и до 24 часов, и при этом многократно уменьшится вероятность ошибок от различных природных явлений , а при необходимости для достижения чистоты эксперимента измерения можно повторить, поскольку они занимают короткий промежуток времени.

ЛИТЕРАТУРА

Агбалян Ю.Г. Патент РА N2082A2, класс **G01V**, “Устройство для регистрации высокочастотного электромагнитного излучения.”Официальный бюллетень промышленной собственности”. 2008, N1.

Агбалян Ю.Г. Методы исследования глобальной энергетической сети Хартмана (геофизическая аномалия).Часть1.Фоторегистрация элементов сети.Изв. НАН РА. Науки о Земле, 2008,LXI, N3 ,с.49-522.

Агбалян Ю.Г. Методы исследования глобальной энергетической сети Хартмана(геофизическая аномалия). Часть 2.Роль геологической структуры и ее связь с параметрами сети Хартмана. Излучение водного потока. Изв. НАН РА, Науки о Земле. 2009,LXII, N1,с. 48-53.

Агбалян Ю.Г. Методы исследования глобальной энергетической сети Хартмана (геофизическая аномалия).Часть 3.Фоторегистрация излучения водного потока. Изв. НАН РА. Науки о Земле, 2010. LXIII, N1, с.46-50.

Боровский И.Б. Физические основы рентгеноспектральных исследований.М.: МГУ,1956, 462с.

Дубров А.П. Земное излучение и здоровье человека. М.: Изд. А и Ф, 1992. 220 с.

Журба Ю.И. Краткий справочник по фотографическим процессам и материалам. М.: “Искусство”, 1990, 350с.

Лонгейр М. Астрофизика высоких энергий. М.: “Мир”,1984,183 с.

Прилепин М.Т., Минин А.В. и др. GPS изучение геодинамики Балтийского щита. Физика Земли, 2002, N9,с.49-586.

Hartman E. Krankheit als Standortproblem.3.Autloge. Karl F.Hang- Verlag, Heidelberg,1976,seite153.

Рецензент С.М. Оганесян

**ՀԱՐՏԱՆԻ ԳԼՈՐԱԼ ԷՆԵՐԳԵՏԻԿ ՑԱՆՅԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅԱՆ
ՄԵԹՈԴՆԵՐԸ (ԵՐԿՐԱՅԻԶԻԿԱԿԱՆ ԱՆՈՄԱԼԻԱ):
ՄԱՍ. 4. ԳԼՈՐԱԼ ԷՆԵՐԳԵՏԻԿ ՑԱՆՅԻ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄԸ
ԵՐԿՐԻ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹԻ ԱՌԱՆՋԻՆ ՏԵՂԱՄԱՍԵՐԻ ՏԵՂԱՇԱՐԺԵՐԻ
ՄԵԾՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՄԱՄԸ**

Յու.Գ. Աղբալյան

Ամփոփում

Հոդվածում նկարագրված է Հարտմանի գլոբալ էներգետիկ ցանցի օգտագործման հնարավորությունը Երկրի մակերևույթի առանձին տեղամասերի տեղաշարժերի մեծության որոշմամբ և բերվում է նրա պրակտիկ կիրառման հնարավոր տարբերակներից մեկը:

Հոդվածը հանդիսանում է ավարտուն և դասվում է 2008-2010 թվականներին հրատարակված հոդվածների շարքին, որոնք նվիրված են

երկրաֆիզիկական անոմալիայի -ՀարՏմանի գլոբալ էներգետիկ ցանցի
հետազոտմանը:

**METHODS OF INVESTIGATION OF THE ENERGETIC HARTMAN'S
LATTICE (THE GEOPHYSICAL ANOMALY).**

**PART 4. THE USING OF POSSIBILITY OF GLOBAL ENERGETIC LATTICE FOR
DETERMINATION OF VALUE OF DISPLACEMENT OF THE PARTS
OF EARTH'S SURFACE**

Yu. Aghbalyan

In this article the possibility of global energetic Hartman's lattice for determination of value of displacement of the parts of Earth's surface is described, and the case of practical realization is presented.

The present article is a final, among of cycle the articles which devoted to studies of the geophysical anomaly – the global energetic Hartman's lattice and published during 2008-2010.

О МЕТОДЕ КОДИРОВАНИЯ РЕК, ВОДОСБОРНЫХ БАССЕЙНОВ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИК

© 2011 г. А. А. Авакян, А. А. Аракелян

*Институт геологических наук НАН РА
0019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
e-mail: alex@geosot.am
Поступила в редакцию 10.02.2011 г.*

В статье на примере рек представлен разработанный авторами новый метод комплексного кодирования водных объектов РА. Метод сочетает кодирование пространственных (гидрографических) и атрибутивных особенностей водных объектов с учетом требований Водной рамочной Директивы ЕС и Водного законодательства РА. В предлагаемую систему кодирования могут интегрироваться водные ресурсы стран бассейнов рек Кура и Аракс. Система кодов позволяет автоматизировать оценку и картирование экологического состояния водных ресурсов и решение ряда управленческих задач.

Кодирование рек, речных бассейнов, озер, морей является одним из основных требований Водной рамочной Директивы Евросоюза (ВРД ЕС) (Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive, 2003). Кодирование обеспечивает решение актуальных задач планирования и управления водными ресурсами РА, определенных положениями закона «О национальной водной программе» РА и положениями водного кодекса. Согласно Директиве, коды–идентификаторы должны присваиваться тем пространственным особенностям каждого объекта гидрографической сети, на которые ссылаются ГИС для управления водными ресурсами и система электронного обмена данными.

Система кодирования должна отражать иерархическую структуру гидрографической сети и топологию ее отдельных частей, вплоть до неразделимых элементов – притоков рек и их суббассейнов. Коды должны быть уникальны, т.е. они не могут повторяться в пределах каждой страны, а также в единой европейской системе. В условиях принятой Евросоюзом стратегии координированного управления водными ресурсами стран-партнеров значение такой системы кодирования для Армении и соседних стран очевидно.

По данной теме опубликовано множество работ, описывающих подходы, методы и международный опыт кодирования пространственных особенностей гидрографической сети различных стран (de Jager, Vogt, 2010; Globevnik, 2010; Delaware River Basin Commision, 2009; Vogt, 2007; Water Information System for Europe, 2010).

Обзор методов кодирования, выполненный П.Бриттоном и представленный в информационном документе рабочей группы ГИС ЕС (Com-

mon Implementation Strategy for the Water Framework Directive, 2003), показывает, что разные страны используют разработанные ими методики, а по заказу Евросоюза разработана также новая методика. Надо отметить, что до сих пор европейские методики кодирования рек не нашли общего согласованного применения. Один из основных документов Директивы – Руководство по реализации ГИС рекомендует метод кодирования, разработанный Отто Пфафстеттером и широко применяемый в США, а также в некоторых странах Европы.

В Армении ГИС Государственного водного кадастра была разработана в 2005 г., и ее использование в последующие годы в целях планирования и управления качеством и количеством водных ресурсов показало, что целесообразно путем кодирования идентифицировать не только водные объекты, как пространственные тела, но также их атрибутивные особенности. Учитывая указанный опыт, нами разработана система совместного кодирования пространственных и атрибутивных характеристик водных объектов Армении. Система кодирования однозначно представляет как иерархию водных объектов и водосборных бассейнов, их топологию, так и географические и природные условия, антропогенные давления и экологическое состояние. Данный подход является принципиально новым комплексным решением в вопросе кодирования водных ресурсов. Методика кодирования позволяет автоматизировать оценку и картирование экологических рисков и участков водных тел, подверженных существенным давлениям, а также решать другие задачи планирования и управления водными ресурсами.

Ниже описывается разработанный авторами метод комплексного кодирования.

Строение и содержание комплексных кодов

Комплексный код каждого водного объекта состоит из следующих групп кодов:

- Гидрографический код–идентификатор водного объекта в гидрографической сети страны.
- Коды статических атрибутов в системе требований ВРД ЕС.
- Коды статических атрибутов, соответствующих классификаторам Национальной водной программы РА.
- Коды динамических атрибутов, определяющих качество воды и характеристики водопользования.
- Коды динамических атрибутов, описывающих антропогенное воздействие и определяющих экологическое состояние водного тела.

Каждая из перечисленных групп кодов, за исключением гидрографического кода, предназначена для решения определенного типа задач и может быть использована самостоятельно вне связи с другими группами. Значения групп кодов множества объектов в среде ГИС хранятся в четырех реляционных таблицах, связанных с таблицей гидрологи-

ческих кодов. Указанные связи между таблицами на примере одной строки-записи показаны на рис. 1.

Ниже рассматривается содержание перечисленных групп кодов.

Структура и содержание гидрографического кода

При разработке гидрографического кода учтены принципы международной политики в области водных ресурсов, которым следует РА в регионе, а также практика, осуществляемая в этой сфере.

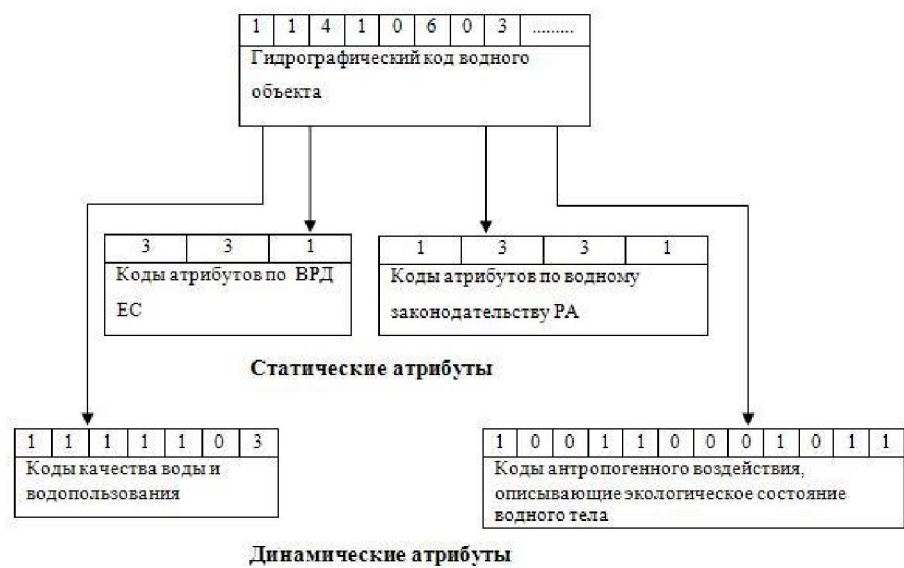


Рис. 1. Строение комплексного кода водного объекта на примере части р.Раздан

Предлагаемый метод гидрографического кодирования позволяет интегрировать в единую систему водные ресурсы стран бассейнов рек Кура и Аракс, а затем объединиться и с европейской системой, что является необходимым условием согласованного использования и охраны вод с соседними странами.

Для достижения этой цели при составлении гидрографического кода учитываются все притоки Кура-Араксинского бассейна на территории Армении и соседних стран (рис. 2). Для составления кода на оцифрованной топографической карте Южного Кавказа и соседних территорий масштаба 1:100000 вычислены и пронумерованы притоки рек Кура и Аракс длиной более 5 км, находящиеся за пределами территории РА.

При создании системы гидрографического кодирования водных объектов был использован опыт детальной работы по кодированию рек, озер, водохранилищ и каналов, а также водосборных бассейнов рек Армении, выполненной в 2007г. организацией Consulting Ltd. РА и

специалистами компании «Геориск» (Հայաստանի ջրային ռեսուրսների փաթիլ, 2008). Однако в предлагаемом методе в основном приняты новые смысловые значения кодов, соответствующие «Базе данных рек и водосборных бассейнов Европы», разработанной исследовательским центром ЕС.

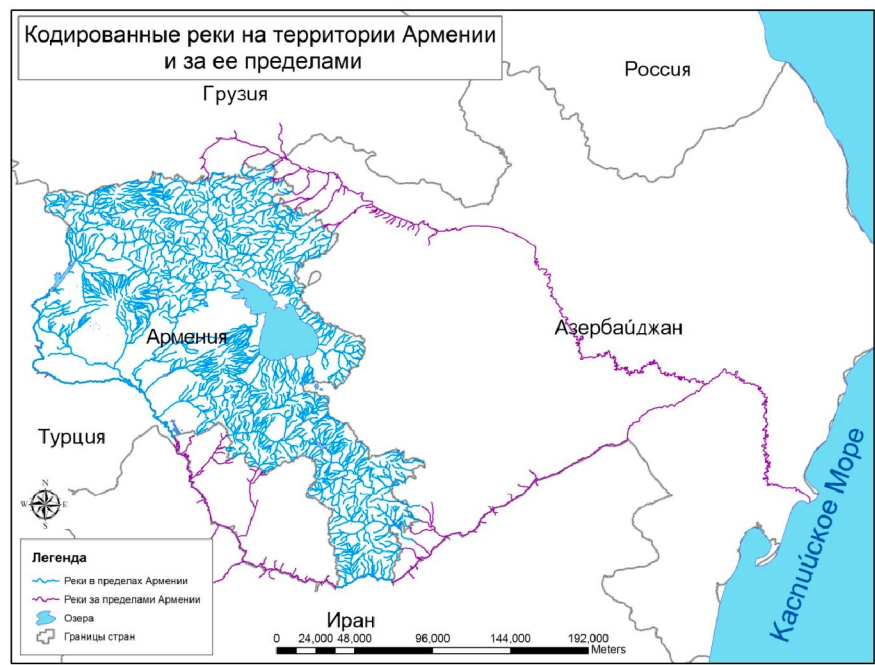


Рис. 2. Кодированные реки на территории Армении и за ее пределами

- Цифра в первой позиции кода определяет тип кодируемого объекта: водосборный бассейн обозначается цифрой ноль, река – цифрой 1, озеро – цифрой 2, водохранилище – цифрой 3, канал – цифрой 4.
- Цифра 1 во второй позиции кода определяет регион – бассейн Каспийского моря.
- Цифра 4 в третьей позиции кода определяет бассейн р. Аракс, 6 – бассейн р. Кура.

В следующих трех позициях (четвертой, пятой и шестой) кода записывается номер притока первой степени реки Аракс или Куры. Следующие каждые две позиции определяют номера притоков и отрезков основной реки между притоками в последовательности от устья к истоку. Притоки реки нумеруются четными цифрами (02, 04, ..., 98), а отрезкам реки между притоками и их бассейном присваиваются нечетные номера (01, 03,..., 99).

Структура и содержание кодов статических атрибутов рек

К статическим атрибутам отнесены характеристики водных объектов, которые неизменны в течение продолжительного периода времени, значительно превосходящего сроки прогноза и планирования водных ресурсов. К их числу относятся природные характеристики – источники питания, площадь водосборного бассейна, средняя высота водосбора и статус водного объекта, определяемый принципами классификации, изложенными в законах РА и в рекомендациях ВРД ЕС. Следует отметить, что классификаторы РА и Евросоюза в основном несовместимы, однако обязательны и полезны для решения различных типов задач, поэтому составлены два кода, которые возможно использовать в ГИС Государственного водного кадастра как вместе, так и по отдельности.

а. Кодирование по требованиям законодательства РА

По законодательству РА реки классифицируются по их значению (международного, республиканского, местного значения), по типу источника питания (реки, питающиеся: талой водой, дождевой водой, подземными водами), по водности (многоводные, средней водности и маловодные), по годовому распределению стока (равномерные, неравномерные и резко изменяемые или сезонные), по цели использования (коммунально-бытовое, ирригационное, промышленное, энергетическое, рыбоводческое и рекреационное) и по качеству (высокое, хорошее, среднее, низкое). Из перечисленных критериев классификации значимость, источник питания, водность и годовое распределение стока относятся к группе статических атрибутов. Соответственно этому код статических атрибутов состоит из четырех арифметических знаков.

Коды, присваиваемые характеристикам рек, которые определяются законом РА «О национальной программе воды», представлены в табл.1.

Таблица 1
Классификация рек согласно закону РА «О национальной программе воды»

Категория	Характеристика водного объекта	Код
I. По значимости	Международного значения	1
	Республиканского значения	2
	Местного значения	3
II. По источнику питания	Питающиеся талой водой	1
	Питающиеся дождевой водой	2
	Питающиеся подземными водами	3
	Смешанного питания	4
III. По водности	Многоводные	1
	Средней водности	2
	Маловодные	3
IV. По годовому распределению стока	Равномерные	1
	Неравномерные	2
	Резко изменяемые или сезонные	3

Таким образом, при кодировании водных объектов по характеристикам, определенным законодательством РА, реки имеют четырехзначный код.

б. Кодирование водных объектов согласно требованиям Водной рамочной директивы ЕС

Согласно принципам ВРД ЕС для характеристики речных бассейнов предлагается использовать абсолютную высоту, площадь и геологическое строение водосбора. Соответственно содержанию указанных характеристик, код статических атрибутов ВРД ЕС состоит из трех арифметических знаков.

Коды, присваиваемые характеристикам рек, которые определяются ВРД ЕС, представлены в табл. 2.

Таблица 2
Кодирование статических атрибутов рек по требованиям ВРД ЕС

Категория	Характеристика водного объекта	Код
I. По абсолютной высоте	Низменные (200-800 м)	1
	Средней высоты (800-1600 м)	2
	Высотные (выше 1600 м)	3
II. По площади бассейна	Малые (до 10 км ²)	1
	Средние (10-100 км ²)	2
	Большие (100-1000 км ²)	3
	Очень большие (больше 1000 км ²)	4
III. По геологии	Силикатные	1
	Известняковые	2
	Смешанные	3

По абсолютной высоте ВРД ЕС выделяет: а) высотные (выше 800 м), средней высоты (200-800 м), низменные (ниже 200 м) водосборы. На территории Армении отсутствуют речные бассейны со средней высотой ниже 200 м, и большое количество рек имеют бассейны со средней высотой более 800 м, в том числе и высокогорные реки. В предлагаемой методике кодирования сохранена шкала высот ВРД ЕС, но выделена группа горных рек. Таким образом, реки и водосборные бассейны разделены на следующие высотные группы: горные – выше 1600 м, высотные – 800-1600 м, средней высоты – 200-800 м, низменные – до 200 м.

По площади водосборного бассейна реки разделяются на следующие группы: малые – 10-100 км², средние – 100-1000 км², большие – 1000-10000 км², очень большие >10000км². Для Армении количество групп сокращается, так как в стране отсутствуют бассейны площадью более 10000 км². В ход включены следующие значения: малые (до 10 км²), средние (10-100 км²), большие (10-1000 км²), очень большие (более 1000 км²).

По требованиям ВРД, в зависимости от преобладающего состава

пород, выделяются водосборные бассейны, сложенные известняками, силикатными или органогенными породами. Водосборные бассейны на территории РА относятся к первым двум типам. Фактор геологии обуславливает ряд особенностей речного бассейна. Так, силикатные породы трудно растворимые и, за исключением сильно трещиноватых разновидностей, имеют слабую водопроницаемость, в то время как известковые горные породы в основном пористы и растворимы. Нами предлагается использовать также третий вид геологии – бассейны со смешанной геологией (табл. 2). Таким образом, код рек статических атрибутов согласно ВРД ЕС состоит из трех значений. Например, если средняя высота бассейна произвольной реки 1750 м, площадь – 800 км² и состоит из силикатных пород, то она будет иметь код «321».

Структура и содержание кодов динамических атрибутов речных водных объектов

К динамическим характеристикам водных объектов отнесены переменные во времени атрибуты, которые в основном связаны с хозяйственной деятельностью человека. К их числу принадлежат виды водопользования, значительные антропогенные давления и зависящее от этих факторов качество воды.

а. Кодирование по видам водопользования и качеству воды

Согласно закону РА «О национальной программе воды», определяются следующие виды водопользования из рек и озер: коммунально-бытовое, ирригационное, промышленное, энергетическое, рыбохозяйственное и водоотвод. Во многих случаях водный объект одновременно используется в нескольких из указанных целей. Каждому водному объекту дается шестизначный код – по шести видам водопользования в следующей последовательности: коммунально-бытовое, ирригационное, промышленное, энергетическое, рыбохозяйственное водопользование и водоотвод. В зависимости от наличия или отсутствия вида водопользования в соответствующей позиции кода записывается «1» или «0». Например, река Раздан до слияния с притоком Мармарик имеет коммунально-бытовое, ирригационное и рыбохозяйственное использование, соответственно этот отрезок получает код «110010».

Для кодирования рек по **качеству воды** предлагается использовать соответствующую схему классификации ВРД ЕС. Согласно этой схеме, воды рек и озер разделяются на следующие группы: отличные (5), хорошие (4), чистые (3), предельно загрязненные (2), плохого качества воды (1). Кодирование качества производится только при наличии данных мониторинга, при их отсутствии коду качества воды присваивается значение «0». Цифра, определяющая качество воды, записывается в последней позиции динамического кода. Таким образом, код динамических атрибутов водных объектов является семизначной цифрой,

где первые шесть цифр показывают наличие или отсутствие типов водопользования, а последняя – статус качества воды.

б. Кодирование водных ресурсов по антропогенному воздействию

Водопользование, а также другие антропогенные воздействия разных видов могут оказывать значительное давление на водные ресурсы. Возможными последствиями этого могут быть ухудшение качества, сокращение количества воды и морфологические изменения русла. Разработанная система кодирования специальной группой кодов описывает вышеуказанные возможные последствия.

Поскольку давления во времени могут возникать, а затем изменяться или сводиться к нулю, то они рассматриваются как динамические факторы.

По наличию давлений расчленяются отдельные части водных объектов, которые принято называть водными телами, подверженными риску (Water Body at Risk). Расчлененное водное тело имеет тот же гидрографический код, что и водный объект, но водное тело различается значениями кода, представляющими давления.

В системе кодирования виды антропогенного давления разделены на две группы: к первой группе отнесены факторы, оказывающие давление на качество, ко второй – на количество воды. Выделены следующие типы давлений, действующие на качество воды: коммунально-бытовой водоотвод, водоотвод промышленности, употребление удобрений и пестицидов, интенсивный выпас скота, накопление твердых отходов, другие давления, действующие на качество воды. На количество воды действуют следующие типы давления: коммунально-бытовой водозабор, ирригационный водозабор, промышленный водозабор, энергетический водозабор, рыбохозяйственный водозабор, водоотвод.

Та часть реки или притока, которая подвергается существенному давлению, получает дополнительный - «горячий» код и в месте приложения давления расчленяется как водное тело, подверженное экологическому риску. В случае сокращения воздействия, а затем восстановления значительного давления в достаточной мере «горячий» код водного тела снимается, и этот участок вновь соединяется с водным объектом.

Предложенным методом кодированы озера, водосборные бассейны, водохранилища и каналы. Однако ограниченный объем статьи не позволяет представить структуру и содержание кодов.

Система кодирования внедрена в ГИС Государственного водного кадастра Армении сотрудниками лаборатории геоинформатики ИГН НАН РА.

ЛИТЕРАТУРА

- «Հայաստանի ջրային ռեսուրսների ստրատեգիա»: Պատրաստվել է ՓԻ-ԷՅ Գավրնմենթ Սերվիսիզ Ինկ. կազմակերպության կողմից ԱՄՆ ՄՁԳ հայաստանյան առաքելության համար: Երևան՝ 2008, 80 էջ
- Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC): Guidance document No. 9. Implementing the Geographical Information System Elements (GIS) of the Water Framework Directive. Luxembourg, Office for Publications of the European Communities. 2003, 157 p.
- Delaware River Basin Commision. Delaware River Basin Code. West Trenton, New Jersey. 2009, 179 p.
- de Jager A. L., Vogt J. V. Development and demonstration of structured hydrological feature coding system for Europe. Hydrological Sciences Journal, 55, 2010, 661-675
- Lidija Globevnik, Dunja Zupan Vrenko, Hans Mose Jensen, Marko Kovacic. Proposed Coding of European Rivers for Water Framework Directive. BALWOIS 2010 – Ohrid, Rep. of Macedonia, 2010, 7 p.
- Vogt J.V. A pan-European River and Catchment Database. EC-JRC (Report EUR 22920 EN). Luxembourg, 2007, 120 p.
- Water Information System for Europe (WISE). Proposal for a European coding system for hydrological features, 2010, 15 p.

Рецензент Бойназрян В.Р.

ՀՀ ԳԵՏԵՐԻ, ՋՐՀԱՎԱՔ ԱՎԱԶԱՆՆԵՐԻ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ՀԱՏՆՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԿՈԳԱՎՈՐՄԱՆ ՄԵԹՈԴԻ ՄԱՍԻՆ

Ա. Ա. Ավագյան, Ա. Ա. Առաքելյան

Ամփոփում

Գետերի, գետավազանների, լճերի, ծովերի կողավորումը հանդիսանում է Եվրամիության Ջրի Շրջանակային Դիրեկտիվի (ԵՄ ՋՇԴ) գլխավոր պահանջներից մեկը: Կողավորումը ապահովում է ՀՀ Ջրի ազգային ծրագրի մասին օրենքի և ՀՀ Ջրային օրենսգրքի դրույթներով սահմանված ՀՀ ջրային ռեսուրսների պլանավորմանը և կառավարմանը վերաբերվող արդի խնդիրների լուծումը:

Կողավորման համակարգը միաժամանակ ներկայացնում է ջրային օբյեկտների և ջրհավաք ավազանների ինչպես հիերարխիկ կառուցվածքը, նրանց տոպոլոգիան, այնպես էլ՝ աշխարհագրական և բնական պայմանները, մարդածին ճնշումները և էկոլոգիական վիճակը: Տվյալ մոտեցումը հանդիսանում է սկզբունքորեն նոր համալիր լուծում ջրային ռեսուրսների կողավորման հարցում: Կողավորման մեթոդիկան թույլ է տալիս ավտոմատացնել էկոլոգիական ռիսկերի և էական ճնշումների տակ գտնվող ջրային մարմինների հատվածների գնահատումը, ինչպես նաև լուծել ջրային ռեսուրսների պլանավորման և կառավարման այլ խնդիրներ: Յուրաքանչյուր ջրային օբյեկտի համալիր կողը կազմված է կողերի հետևյալ խմբերից.

- Հիդրոգրաֆիական կող՝ ջրային օբյեկտի իդենտիֆիկատոր հանրապետության հիդրոգրաֆիական ցանցում

- Ստատիկ հատկանիշների կոդեր ըստ ԵՄ ՋՇԴ պահանջների
- Ստատիկ հատկանիշների կոդեր ըստ ԵՄ ՋՇԴ պահանջների ըստ ՀՀ ջրային օրենսդրության
- Ջրօգտագործումը և ջրի որակը բնութագրող դինամիկ հատկանիշների կոդեր
- Դինամիկ հատկանիշների կոդեր, որոնք բնութագրում են մարդածին ճնշումները և որոշում ջրային օբյեկտի էկոլոգիական վիճակը

ABOUT THE CODING SYSTEM OF RIVERS, CATCHMENT BASINS AND THEIR CHARACTERISTICS OF THE REPUBLIC OF ARMENIA

A. A. Avagyan, A. A. Arakelyan

Abstract

The coding of rivers, catchments, lakes and seas is one of the most important requirements of Water Framework Directive of the European Union. This coding provides solutions to actual problems of planning and management of water resources of the Republic of Armenia.

The coding system provides the hierarchy of water bodies and watersheds with their typology as well as their geographic and natural conditions, anthropogenic pressures and ecological status. This approach is a fundamentally new complex solution to the coding of water resources. The coding technique allows you to automate the assessment and mapping of environmental risks and areas of water bodies which are subjected to significant pressure and also helps to solve other problems concerning the planning and the management of water resources.

A complex code of each water body consists of the following groups of codes:

- Hydrographic code - an identifier of a water body in the hydrographic system of the country.
- Codes of static attributes in the system requirements of the Water Framework Directive of the European Union
- Codes of static attributes of the qualifiers of the RA National Water Program
- Codes of dynamic attributes that define the quality of water and characteristics of water use.
- Codes of dynamic attributes describing the human impact and determining the ecological status of water body.

**ԱՊԱՐԱՆԻ ԶՐԱՄՔԱՐԻ ՄԱԿԱՐԳԱԿՆԵՐԻ ՌԵԺԻՄԸ ԵՎ
ԱՌԱՎԵԼԱԳՈՒՅՆ ԼՅՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ՄԱԿԱՐԳԱԿԻ ԿԱՆԽԱՏԵՍՈՒՄԸ**

© 2010 թ. Ա. Է.Միսակյան

Հայաստանի Հիդրոօդերևութաբանության և մոնիտորինգի պետական ծառայություն
0002, Երևան, Լեռնի, 54, ՀՀ
E-mail: miamalya@yandex.ru

Հոդվածում ուսումնասիրվել է Ապարանի ջրամբարի մակարդակների փոփոխության ռեժիմը և մշակվել է առավելագույն լցվածության մակարդակի կանխատեսման մեթոդիկա:

Ստացվել է գարնանային վարարումների ընթացքում ջրամբարի առավելագույն լցվածության մակարդակի կանխատեսման բազմագործոն կոռելյացիոն կապ, որը բավարարում է կանխատեսման թողարկման համար անհրաժեշտ պայմանին:

ՀՀ-ում գետային հոսքի սահմանափակող ազդեցությունը գյուղատնտեսության, էներգետիկայի և տնտեսության այլ ճյուղերի վրա պայմանավորում է հոսքի, ըստ սեզոնների և բազմատարյան կարգավորման, ինչպես նաև ջրամբարների միջոցով վերջինիս ըստ տարածքի վերաբաշխման անհրաժեշտություն: Այդ պատճառով 1950-60-ական թվականներին Հայաստանում սկսվեց ջրամբարների շինարարության լայնածավալ աշխատանքներ և արդեն 70-ականների վերջին շահագործվում էին 1 մլն մ³ և ավելի ջրատարողությամբ 20-ից ավել խոշոր ջրամբարներ:

Աշխատանքի հետազոտման օբյեկտ հանդիսացող Ապարանի ջրամբարը կառուցվել է Քասախ գետի ավազանում (նկ.1), մոտ 1800մ բարձրության վրա: Զրալցումը սկսվել է 1966թ., իսկ նորմալ շահագործվել է սկսած 1968թ.: Նրա պաշարների շնորհիվ հնարավորություն ստեղծվեց ռոռեյի դարձնել 7520 հա հողատարածքներ Ապարանի և Աշտարակի շրջանում, ինչպես նաև ապահովել Արգնի-Շամիրամ ջրանցքի լրացուցիչ սնումը: Արդյունքում Սևանա լճից ռոռզման համար տարեկան բաց թողումները կրճատելով մոտ 37 մլն մ³:

Աշխատանքի նպատակն է՝ ուսումնասիրել Ապարանի ջրամբարի մակարդակների փոփոխության ռեժիմը և մշակել գարնանային առավելագույն լցվածության մակարդակի կանխատեսման մեթոդիկա, որն ունի կարևոր կիրառական նշանակություն տարածաշրջանի ջրօգտագործման պլանավորման, ցանքատարածությունների մակերեսների որոշման և Սևանա լճից ջրի բաց թողման քանակի որոշման և այլնի մեջ:

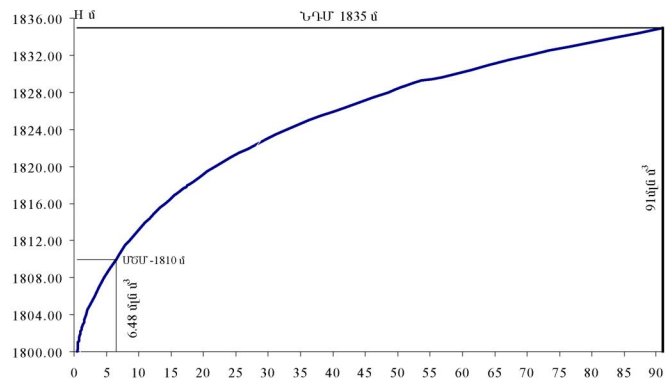
Աշխատանքում առաջին անգամ կազմվել է Ապարանի ջրամբարի ջրի մակարդակի հաճախականության և կրկնողության կորը 1966-2009թթ. համար, ինչպես նաև ջրամբարի առավելագույն լցվածության մակարդակի կանխատեսման մեթոդիկա, ոչ թե ջրամբար մտնող հոսքի ծավալի որոշման, այլ այն պայմանավորող հիդրոօդերևութաբանական տարրերի միջոցով:



Նկ. 1. Ապարանի ջրամբարի ջրհավաք ավազանի սխեմատիկ քարտեզը: Պայմանական նշաններ՝ 1. գ.Քասախ-դ.Վարդենիս, 2. գ.Քուչակ-դ.Քուչակ, 3. գ.Թրուջուր-դ. Թրուջուր, 4. գ.Գեղարոտ-դ.Արագած, 5. գ.Եղիպատուշ-դ.Եղիպատուշ, 6. գ.Քասախ-դ.Հարթավան, 7. Ապարանի ջրմբ.-դ.Հարթավան,

Ջրամբարը գետային տիպի է, մերձպատվարային հատվածի մեծ խորությամբ, ունի սեզոնային կարգավորում: Կողային հոսքերի գետաբերանների մոտ ձևավորվել են մի քանի խորը և ձգված ծոցեր՝ Գեղարոտի, Քուչակի և այլն:

Ջրամբարի նորմալ դիմհարային մակարդակի դեպքում՝ 1835.0 մ, ծավալը կազմում է 91.0 մլն մ³, հայելու մակերեսը՝ 7.3 կմ², միջին խորությունը մոտավորապես 12.3 մ է, իսկ առավելագույնը՝ 45 մ: Մեռյալ ծավալի մակարդակը 1810 մ է, որին համապատասխանում է, 6.48 մլն մ³ ծավալ: Ջրամբարի մակարդակի և ծավալի միջև կապը բերված է նկար 2-ում:



Նկ. 2. Ապարանի ջրամբարի ծավալի և մակարդակի կախվածության կորը

Ջրամբարի ջրհավաք ավազանի մակերեսը 656 կմ² է, միջին հավասարակշռված բարձրությունը՝ 2280 մ: Ջրամբարի և ջրհավաք ավազանի հիմնական ձևաչափական բնութագրերը տրված են աղյուսակներ 1 և 2-ում (Гидрометеорологический..., 1985):

Աղյուսակ 1

Ապարանի ջրամբարի հիմնական ձևաչափական բնութագրերը

Մակարդակը (ԲՀ)		Ծավալը, մլն մ³		Հայելու մակերեսը, կմ²		Խորությունը ՆԴՄ դեպքում, մ		Լայնությունը ՆԴՄ դեպքում, կմ		Երկարությունը ՆԴՄ դեպքում, կմ	Ափագծի երկարությունը ՆԴՄ դեպքում, կմ
ՆԴՄ	ՄԾՄ	Լրիվ	Օգտակար	ՆԴՄ	ՄԾՄ	միջին	առավել.	միջին	առավել.		
1835.0	1810.0	91	84	7.3	0.8	12.3	45.0	0.7	3.0	10.0	28.6

Աղյուսակ 2

Ապարանի ջրամբարի ջրհավաք ավազանի հիմնական ձևաչափական բնութագրերը

Ավազանի մակերեսը, կմ²		Երկարությունը, կմ	Լայնությունը, կմ		Բարձրությունը, մ (ԲՀ)			Անտառապատվածությունը	
Ամբողջը	Ջրաչափական դիտարկումներ. չընդգրկող		միջին	առավել	առավել	նվազագ.	միջին	մակերեսը, կմ²	%
656	172	41.5	15.8	22.6	4090	1800	2280	14.2	3.0

Ջրամբարի ջրհավաք ավազանը հիմնականում կազմված է համեմատաբար երիտասարդ հրաբխային ապարներից և բնութագրվում է խիստ մասնատված լեռնային ռելիեֆով: Այն սահմանափակվում է Փամբակի լեռնաշղթայով և Արագածի լեռնազանգվածով:

Ջրամբարի գոգավորության երկրաբանական կառուցվածքը բավական բարդ է: Աջ ափը կազմված է խիստ ջրաթափանց անդեզիտա-բազալտներից, որոնց միջով արտահոսում է ջրի զգալի քանակ, և աղբյուրների տեսքով դուրս է գալիս ջրամբարի պատվարից 5-10 կմ հոսանքով ներքև, Քասախ գետի կիրճում: Չախ ափը կազմված է ջրակայուն նստվածքային ապարներից, որոնց վրա տարածվում են ալյուվիալ և դելյուվիալ շերտեր:

Ավազանի կլիման բարեխառն է, կարճատև գոլ ամառով և համեմատաբար ցուրտ ձմեռով: Համաձայն Ապարան օդերևութաբանական կայանի (գտնվում է ծովի մակարդակից 1889մ բարձրության վրա) դիտարկումների տվյալների, օդի միջին տարեկան ջերմաստիճանը կազմում է +4.6°C: Ամենատաք ամիսները հուլիս-օգոստոսն են, իսկ ամենացուրտ՝ հունվարը:

Մթնոլորտային տեղումների միջին բազմամյա տարեկան քանակը 723 մմ է: Տեղումները տարվա ընթացքում բաշխվում են անհավասարաչափ, նրանց առավելագույն քանակը թափվում է գարուն-ամառ ժամանակահատվածում, ընդ որում առավելագույնը՝ մայիս-հունիսին: Հեղուկ տեղումների տարեկան քանակը 374մմ է, պինդ տեղումների քանակը՝

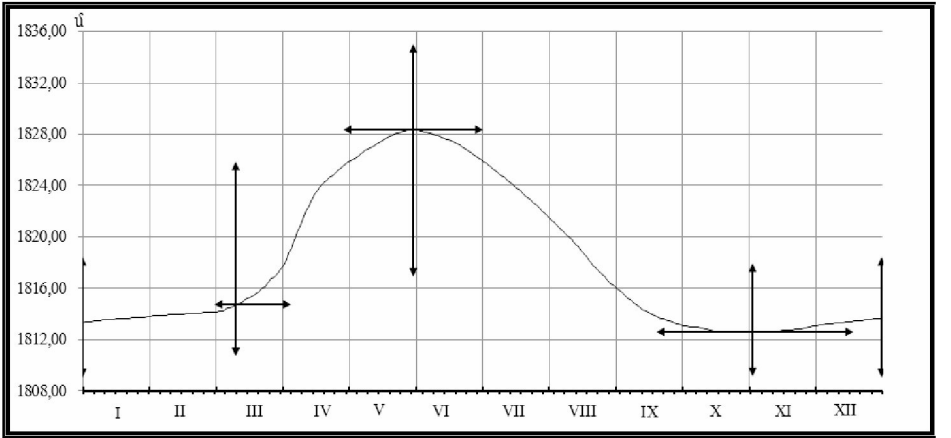
217մմ: Այստեղ գերակշռում է լեռնահովտային քամին, որը մյուսներից առավել հաճախ է դիտվում և էականորեն ուժեղացնում է ջրամբարի շրջանում օդի շրջանառությունն ու այդպիսով բավական նվազեցնում օդի ջերմաստիճանը և մեծացնում գոլորշիացումը ջրավազանի մակերևույթից:

Չնածածկ ձևավորվում է ամեն տարի, և չնայած այն պահպանվում է դեկտեմբերից մինչև ապրիլի սկիզբը, նրա բարձրությունը միայն առավել ձնառատ տարիներին է գերազանցում 100-120սմ-ը (1991-1992թթ.), (Կլիմայական տեղեկագիր..., 2006):

Այսպիսով, ջրամբարի ջրաբանական ռեժիմի ձևավորման վրա ազդող բնութագրական կլիմայական տարրերն են՝ անբավարար խոնավությունը, օդի ջերմաստիճանի օրական և սեզոնային կտրուկ տատանումները, որոնք պայմանավորված են քամու ռեժիմի և ռելիեֆի առանձնահատկություններով:

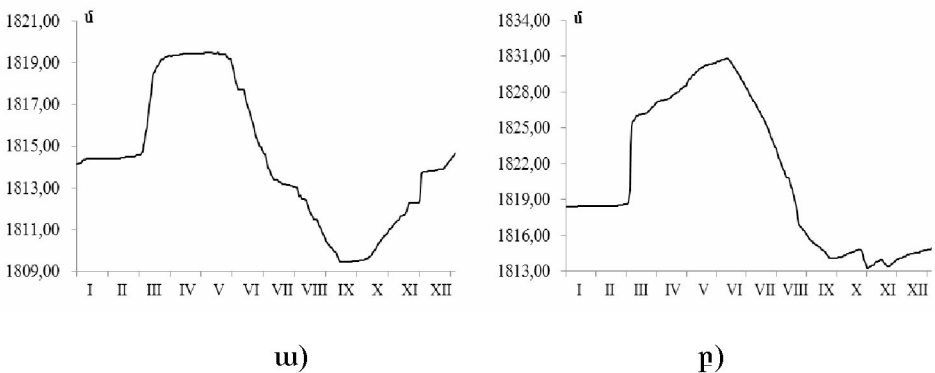
Ջրամբարի մակարդակների ռեժիմը: Ջրամբարների մակարդակների ռեժիմը որոշվում է հիդրոօդերևութաբանական գործոնների փոփոխությամբ և հիդրոտեխնիկական կառույցների աշխատանքի շահագործման ռեժիմով պայմանավորված, ջրային հաշվեկշռի մուտքի և ելքի բաղադրիչների տատանման արդյունքում, նրանում կուտակվող ջրի ծավալի փոփոխությամբ: Ընդ որում ջրի մակարդակների փոփոխության վրա ամենից մեծ ազդեցություն ունի անթրոպոգեն գործոնը, որը որոշում է ջրամբարի կարգավորման և շահագործման օրական, սեզոնային և բազմամյա ռեժիմները (Гидрометеорологический...,1985):

Ջրամբարի մակարդակների տարեկան ընթացքի բնութագիրը տրվում է նրա մակարդակների տատանման տիպային գրաֆիկով, որը կառուցվել է միջին օրական մակարդակների տվյալների հիման վրա: Ապարանի ջրամբարի համար այդ գրաֆիկի կառուցման համար, որպես հենակետային ընդունվել են հետևյալ մակարդակները և նրանց օրերը՝ տարվա օրացույցային սկզբի, գարնանային վարարումների սկզբի, գարուն-ամառային ջրալցման, ամառ-աշնանային շահագործման ավարտի և տարվա վերջի մակարդակներ (նկ.3):



Նկ. 3. Ապարանի ջրամբարի Հարթավան դիտակետում ջրի մակարդակի օրական տատանումների տիպային գրաֆիկը (1968-2009թթ.)

Ջրամբարը սկսվում է լցվել ոռոգման սեզոնի ավարտից անմիջապես հետո: Սակայն, գետերի ցածր ջրայնության պատճառով, նոյեմբերից մարտ մակարդակի բարձրացումը կազմում է միջինը 1.8 մ, շուրջ 1սմ/օր ինտենսիվությամբ: Առանձին տարիների (1989, 2003), երբ ինտենսիվ են եղել աշնանային անձրևները, նոյեմբեր-մարտ ժամանակահատվածում բարձրացումը կազմել է 3.5-4.0 մ (նկ.4.ա): Գարնանային վարարումների ընթացքում ջրի մակարդակը կտրուկ բարձրանում է և ամռան սկզբին հասնում առավելագույնի: Գարնանային վարարումների ընթացքում մակարդակի աճը կազմում է միջինը 21 սմ/օր, բայց կարող է ավելանալ մինչև 3.90 մ/օր (05.03.-06.03.2004թ.) (նկ.4.բ): Գարնանային վարարումների ընթացքում մակարդակի բարձրացումը կազմում է միջինը 14.9 մ, առավելագույնը 24.6 մ (1976թ), նվազագույնը 4.9 մ (1989թ):

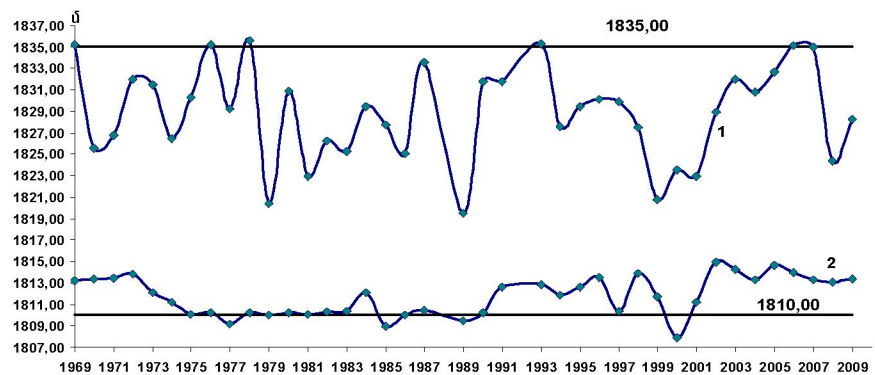


Նկ.4. Ապարանի ջրամբարի միջին օրական մակարդակների տարեկան ընթացքը
ա)1989թ, բ)2004թ.

Ոռոգման սեզոնի սկսվելուն պես ջրամբարում կուտակված ջուրը ինտենսիվորեն օգտագործվում է և մակարդակի իջեցումը կազմում է միջինը 13 սմ/օր: Սովորաբար աշնանը ջրառի ծավալները զգալիորեն պակասում են և այդ պատճառով մի շարք դեպքերում, հատկապես աշնանային անձրևների ժամանակ, ջրամբարի ջրի մակարդակը որոշակիորեն բարձրանում է (մինչև 60 սմ):

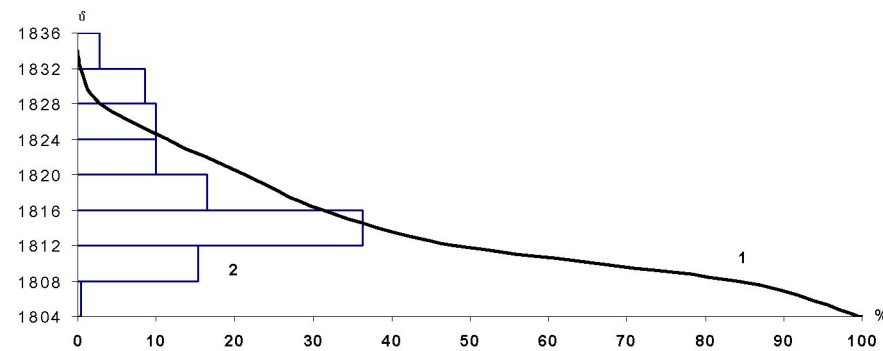
Ինչպես նշվեց վերևում, ջրամբարում ջրի առավելագույն մակարդակը դիտվում է գարնանային ջրացման ժամկետի ավարտին (մայիս-հունիս): Նկար 5-ում տրված է Ապարանի ջրամբարի առավելագույն և նվազագույն մակարդակների (1969-2009թթ.) բազմամյա ընթացքը, որից երևում է, որ Ապարանի ջրամբարը այդ ժամանակահատվածում լցվել է ընդամենը 6 անգամ (1969, 1976, 1978, 1993, 2006, 2007թթ), նաև 2010թ., իսկ առանձին չորային տարիների ոռոգման ջրի պահանջարկի բավարարման համար հարկ է եղել օգտագործել ՄԾՄ-ից ցածրում գտնվող ջրերը (Гидрологические ежегодники, 1966-2009):

Ապարանի ջրամբարը առանձնանում է մակարդակի տարեկան տատանման բավական մեծ լայնությամբ, որի միջին արժեքը կազմում է 18.1մ, իսկ էքստրեմալ արժեքները 9.09մ (1999թ.) և 28.4մ (1978 թ.):



Նկ.5. Ապարանի ջրամբարի Հաբբավան դիտակետում ջրի առավելագույն (1) և նվազագույն (2) մակարդակների բազմամյա ընթացքը

Առավել մեծ կրկնողություն ունեն ջրամբարի 1812-1816մ միջակայքում ընկած մակարդակները (նկ.6):



Նկ.6. Ապարանի ջրամբարի միջին օրական մակարդակների ապահովվածության (1) և կրկնողության (2) կորերը

Ջրամբարի գարնանային լցվածության առավելագույն մակարդակի կանխատեսում

Գարնանային վարարումների ընթացքում ջրամբարներ մտնող ջրի հոսքի, նրա առավելագույն լցվածության մակարդակի երկարաժամկետ կանխատեսումը ջրային ռեսուրսների ռացիոնալ օգտագործման տեսակետից ունի շատ կարևոր նշանակություն:

Ջրամբարի լցման առավելագույն մակարդակը հասնում է այն ժամանակ, երբ ջրի արտահոսքը հավասարվում է ներհոսքին: Դրա բարձրությունը որոշվում է ջրի սկզբնական ծավալով և այդ ժամանակաշրջանում (երբ ջրի ներհոսքը գերազանցում է արտահոսքը: կուտակված ջրի ծավալով: Այդ ծավալը իր հերթին կապված է վարարումների ընթացքում գումարային ներհոսքից և դրա ընթացքից: Ինչքան մեծ է ջրի ներհոսքը այնքան մեծ կլինի ջրամբարում կուտակված ջրի ծավալը և հետևաբար առավելագույն մակարդակը բարձր, քանի որ ջրի ներհոսքի աճի կարճ ժամանակահատվածում քիչ ջուր կհասցնի դուրս գալ:

Ջրամբար մտնող հոսքի ձևավորումը պայմանավորված է գետավազանի ֆիզիկաաշխարհագրական պայմաններով, նրա դիրքադրությամբ, ծովի մակերևույթից ունեցած բարձրությամբ, կլիմայական գործոններով, գրունտների կազմով, հողի և բուսականության տեսակներով և այլ գործոններով: Ապարանի ջրամբար բացի գլխավոր Քասախ գետից թափվում է ևս 9 գետ, Գեղարոտի ջրերի մի մասը, Քուչակը, Թթուջուրը, Եղիպատքուշը և այլն: Դրանք ունեն խառը սնում, հիմնականում հալոցքա-անձրևային, իսկ Գեղարոտը բացի այդ ստանում է լրացուցիչ սառցադաշտային սնում: Այս գետերում վարարումը տևում է մարտից մինչև հունիս և այդ ժամանակահատվածում ջրամբարը ստանում է տարեկան հոսքի մոտ 70%-ը: Ամառային և ձմեռային սակավաջրության փուլում գետերը խիստ սակավաջուր են դառնում, իսկ որոշ գետեր ցամաքում են (Չիլինգարյան և այլն, 2002):

ՀՀ ջրամբարներ մտնող գետային հոսքի կանխատեսման մեթոդիկաների մշակման մեջ մեծ ներդրում ունեն Մ.Վ Շահինյանը, Հ.Թ.Նիկողոսյանը և այլոք: Այսպես Մ.Վ Շահինյանի կողմից մշակվել է գարնանային վարարումների ընթացքում Ապարանի ջրամբար մոտք գործող հոսքի ծավալի կանխատեսման մեթոդիկա, որի հիմքում ընկած է ջրամբար մտնող ջրի հոսքի և այն պայմանավորող գործոնների՝ ձյան մեջ եղած ջրի պաշարի, ձմռան ու գարնան ընթացքում թափված տեղումների, ապրիլ-մայիս ամիսների ընթացքում օդի ջերմաստիճանի միջև եղած կոռելյացիոն կապերը (Шагинян, 1981):

Հ.Թ.Նիկողոսյանը մշակել է ջրամբար մտնող եռամսյակային և ամսական ներհոսքների կանխատեսման մեթոդիկա Արփի լիճ-ջրամբարի համար (Никогосян, Оганесян, 1990):

Ի տարբերություն կատարված նախորդ աշխատանքների, այս աշխատանքում տրվում է ոչ թե ջրամբար մտնող ջրի հոսքի կանխատեսում, այլ ջրամբարի առավելագույն լցվածության մակարդակի կանխատեսում, որն ինչպես արդեն նշվել է ունի շատ կարևոր կիրառական նշանակություն:

Գարնանային վարարումների ընթացքում Ապարանի ջրամբարի առավելագույն լցվածության մակարդակի կանխատեսման մեթոդիկայի մշակման համար մեր կողմից օգտագործվել են Ապարանի ջրամբարի Հարթավան ջրաչափական դիտակետի ջրի միջին օրական և առավելագույն լցվածության մակարդակների, Ապարան օդերևութաբանական կայանի դիտարկումների տվյալները: Ապարանի օդերևութաբանական կայանի օդի ջերմաստիճանի, մթնոլորտային տեղումների բազմամյա դիտարկումների տվյալների ու գարնանային վարարումների ընթացքում առավելագույն լցվածության մակարդակների միջև բազմագործոն կոռելյացիոն կապ է հաստատվել, որը կարելի է արտահայտել հետևյալ հավասարման միջոցով.

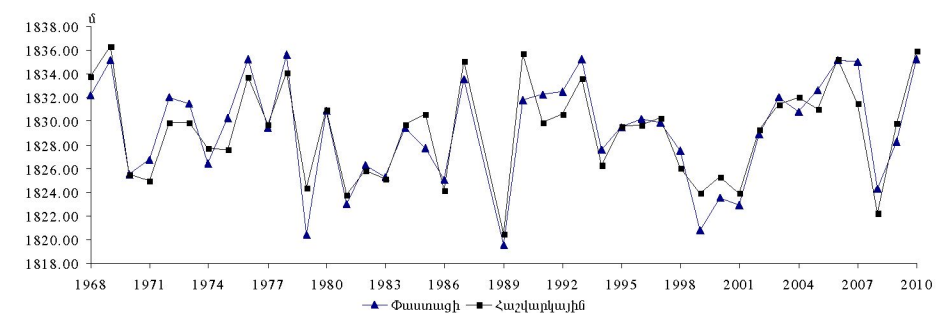
$$H_{\text{առավ.}} = 1406 + 0,23H_0 + +0,03 \sum X_{\text{Ապր. IX-III}} + 1,82K_{\text{Ապր. IV}} - 0,49T_{\text{Ապր. III}} - 0,43\Delta T_{\text{Ապր. IV}}, \quad (1)$$

որտեղ՝ $H_{\text{առավ.}}$ -ը Ապարանի ջրամբարի առավելագույն լցվածության մակարդակն է, H_0 -ն Ապարանի ջրամբարի միջին օրական մակարդակը

մարտի 10-ին, $\sum X_{IX-III}$ -ը սեպտեմբեր-մարտ ամիսների տեղումների գումարն է, K_{IV} -ը ապրիլ ամսվա տեղումների քանակի մոդուլային գործակիցն է (տվյալ ժամանակաշրջանի տեղումների քանակի հարաբերությունը բազմամյա միջին արժեքին), T -ն օդի միջին ամսական ջերմաստիճանն է, ինդեքսում գրված ամսին, ΔT_{IV} - ապրիլ ամսվա օդի ջերմաստիճանի շեղումն է նորմալի նկատմամբ:

Բազմագործոն կոռելյացիայի գործակցի (R) մեծությունը ստացվել է 0.92, $S/\bar{\sigma}=0.39$, մեթոդի ապահովվածությունը՝ 90%: Համաձայն կանխատեսումների վերաբերյալ մեթոդական ցուցումների (Наставление..., 1962) կապը կիրառելի է կանխատեսումներ կազմելու համար:

(1) հավասարման միջոցով կազմվել են ստուգողական կանխատեսումներ և նկար 7-ում տրված է Ապարանի ջրամբարի գարնանային վարարումների ընթացքում ջրայցման առավելագույն մակարդակի փաստացի և հաշվարկային արժեքների համադրությունը:



Նկ.7. Ապարանի ջրամբարի առավելագույն մակարդակների փաստացի և հաշվարկային արժեքների համադրությունը

Եզրակացություններ

1. Ապարանի ջրամբարի մակարդակների տվյալների վերլուծությունից պարզ դարձավ, որ ջրամբարն առանձնանում է մակարդակի տարեկան տատանման բավական մեծ միջակայքով, որի միջին արժեքը կազմում է 18.1 մ, և առավել մեծ կրկնողություն ունեն ջրամբարի 1812-1816 մ միջակայքում ընկած մակարդակները:

2. Գարնանային վարարումների ընթացքում ջրի մակարդակի բարձրացումը կազմում է միջինը 14.9 մ, առավելագույնը 24.6 մ (1976թ), նվազագույնը 4.9 մ (1989թ):

3. Գարնանային վարարումների ընթացքում Ապարանի ջրամբարի առավելագույն լցվածության մակարդակի կանխատեսման մեթոդիկայի մշակման համար, որպես գլխավոր գործոններ հանդես են գալիս ջրամբարի սկզբնական մակարդակը և Ապարան օդերևութաբանական կայանի սեպտեմբեր-մարտ ամիսների մթնոլորտային տեղումների գումարը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Կլիմայական տեղեկագիր: Արագածոտնի մարզ: Երևան, Հայպետհիդրոմետ, ՀԷԳԿԿ, 2006, 93 էջ:
- Չիլինգարյան Լ.Ա., Մնացականյան Բ.Պ., Աղաբաբյան Կ.Ա., Թորմաջյան Հ.Վ. Հայաստանի գետերի և լճերի ջրագրությունը: Երևան՝ Ագրոսպրես, 2002, 49 էջ:
- Гидрологические ежегодники, Том.2, вып 3-5, Гидрометеоиздат, 1966-2009.
- Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР: водохранилища Закавказья (Армянская и Грузинская ССР). Л.: Гидрометеоиздат, 1985, 131с.
- Наставление по службе прогноза. Разд. 3, ч.1. Прогнозы режима вод суши. Л.: Гидрометеоиздат, 1962, 193 с.
- Никогосян Г.Т., Оганесян Э.О. Методика прогноза притока воды в Арпиличское водохранилище. Гидрометеорологические исследования в Армении. М.: Гидрометеоиздат, 1990, с. 21-32.
- Шагинян М.В. Основные закономерности формирования элементов стока рек Армянской ССР и методика их прогнозирования. Л.: Гидрометеоиздат, 1981, 176с.

Գրախոսող՝ Ա.Վ. Խոնեցյան

РЕЖИМ УРОВНЕЙ АПАРАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ПРОГНОЗ УРОВНЯ МАКСИМАЛЬНОГО НАПОЛНЕНИЯ

А.Э.Мисакян

Резюме

Целью статьи является изучение режимов уровней Апаранского водохранилища и прогноз уровня весеннего максимального наполнения. Для характеристики годового хода уровней водохранилища на основе средних ежедневных уровней был составлен типовой график колебания уровней.

На основе анализа ежедневных уровней было установлено, что Апаранское водохранилище отличается значительной годовой амплитудой колебания уровня, среднее значение которого составляет 18.1м, и наибольшую повторяемость имеют уровни с отметками в интервале 1812-1816м.

Для прогноза уровня максимального наполнения Апаранского водохранилища во время весеннего половодья была составлена многофакторная корреляционная связь между уровнем максимального наполнения и обуславливающими его гидрометеорологическими факторами, удовлетворяющими условиям, необходимым для выпуска прогноза. Величина коэффициента многофакторной корреляции (R) – 0.92; $\bar{S}/\sigma = 0.39$; обеспеченность метода – 90%. С помощью этой корреляционной связи возможно прогнозировать уровень максимального наполнения водохранилища во время весеннего половодья.

THE REGIME OF APARAN RESERVOIR'S LEVELS AND THE FORECAST OF MAXIMUM FULLNESS LEVEL

A.E.Misakyan

Abstract

The purpose of article is study of regime of Aparan rezervoir's levels and the forecast of spring maximum fullness of level.

For giving the characteristic of annual course of rezervoir's levels made up a standard graph of levels' fluctuation on the base of average daily levels data.

The analysis of Aparan rezervoir's daily levels' data shows, that the reservoir is distinguished with rather large amplitude of annual fluctuation of levels, its average value is 18,1m and maximum large recurrence have rezervoir's levels within 1812-1816m.

For the forecasting of maximum fullnes of Aparan reservoir's level during spring floods make up multifactor correlation link between spring maximum fullness level and its determined main hydrometeorological factors, wich satisfies to necessary conditions of forecast issue: the value of multifactor correlation coefficient (R) 0.92; $\bar{S}/\bar{\sigma}$ the providing of method with 90%. With this link is possible to forecast the maximum fullness level of reservoir during spring floods.