

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

ՄԿՐՏՉՅԱՆ ՍՈՒՇԵՂ ԿԱՐԵՆԻ

**ՓԱՄԲԱԿ-ՍԵՎԱՆ-ՍՅՈՒՆԻՔ ԱԿՏԻՎ ԽՋՎԱԾՔԻ ՀՅՈՒՄԻՍ-ԱՐԵՎՄՅԱՆ ԵՎ
ՀԱՐԱՎ-ԱՐԵՎԵԼՅԱՆ ՀԱՏՎԱԾՆԵՐԻ ՍՈՐՇՈՍՏՐՈՒԿՏՈՒՐԱՅԻՆ ԵՎ
ՊԱԼԵՈՍԵՅՄՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ԱՌԱՋԱՀԱՅԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ**

ՍԵՂՍԱԳԻՐ

Ի.Դ. 01.01 – « Ընդհանուր երկրաբանություն » մասնագիտությամբ երկրաբանական
գիտությունների թեկնածուի զիտական աստիճանի հայցման համար

Երևան – 2014

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

МКՐՏՉԻԱՆ ՄՍՍԵՂ ԿԱՐԵՆՈՎԻՉ

**МОРФОСТРУКТУРНЫЕ И ПАЛЕОСЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ И ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТЕЙ ПАМБАК-СЕВАН-
СЮНИКСКОГО АКТИВНОГО РАЗЛОМА**

АВТОРЕФЕРАТ

Диссертации по специальности 24. 01.01. Общая геология
на соискание ученой степени кандидата геологических наук

Ереван - 2014

Ատենախոսության թեման հաստատվել է ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների
ինստիտուտում

Գիտական ղեկավար երկրաբ. գիտ. դոկտոր

Ա. Վ. Ավագյան:

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ
երկրաբ.-հանք. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր
երկրաբ. գիտ. թեկնածու

Սարգսյան Հողմիկ Հմայակի, ԵՊՀ
Դուրգարյան Բաֆֆի Ռաշմի, ՀՀ ԳԱԱ ԵԳԻ

Առաջատար կազմակերպություն

Սեյսմիկ պաշտպանության հյուսիսային ծառայություն

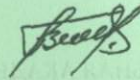
Պաշտպանությունը կայանալու է 2014թ. հուլիսի 25-ին, ժամը 13⁰⁰, ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական
Գիտությունների Ինստիտուտում գործող թ. 054 «Երկրաբանություն» Մասնագիտական
խորհրդում:

Հասցեն՝ 0019, Մարշալ Բաղրամյան պող., 24ա:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՀ ԳԱԱ ԵԳԻ գրադարանում և պաշտոնական
կայքում:

Սեղմագիրն առաքված է 23.06.2014թ.

Թիվ 054 Մասնագիտական խորհրդի գիտաբարտուղար,
երկր.-հանք. գիտ. թեկնածու



Հ.Վ. Շահիկյան

Тема диссертации утверждена в Институте геологических наук НАН РА

Научный руководитель: доктор геол. наук

А.В. Авагян

Официальные оппоненты

доктор геол. мин. наук, профессор
кандидат геол. наук

Саргсян Огмик Амаякович, ЕГУ
Дургарян Раффи Рашимович. ИГН НАН РА

Ведущая организация

Северная служба сейсмической защиты

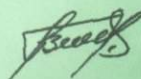
Защита диссертации состоится 25 июля 2014г. в 13⁰⁰, на заседании Специализированного совета
054 "Геология" при Институте геологических наук НАН РА.

Адрес: 0019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИГН НАН РА и на официальном сайте.

Автореферат разослан 23.06.2014г.

Ученый секретарь Специализированного совета 054,
кандидат геол.-мин. наук



Г.В.Шагинян

ՆԵՐԱՄՈՒԹՅՈՒՆ

Աշխատանքը իրականացվել է ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական Գիտությունների Ինստիտուտի «Երկրադինամիկայի և Վտանգավոր Երկրաբանական Երևույթների լաբորատորիայի» և Մոնպելե 2 համալսարանի Երկրի մասին գիտությունների լաբորատորիայի, մասնավորապես երա վարիչ՝ Ժան-Ֆրանսուա Ռիցի համադեկավարությամբ: Աշխատանքներին մասնակցել են նաև Ա. Կարախանյանը (ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական Գիտությունների Ինստիտուտ), Համիդ Նազարին (Իրանի Երկրաբանական Ծառայություն) և Պիեդ-Անրի Բյադը (Պետրոգրաֆիական և Երկրաքիմիական Հետազոտությունների Լաբորատորիա, Ֆրանսիա):

Ատենախոսությունը իրականացվել է IRG (International Research Group), LIA (Laboratoires internationaux associés) միջազգային ծրագրի, Երկրաբանական Գիտությունների Ինստիտուտի բազային ֆինանսավորումների, ինչպես նաև Հայաստանում Ֆրանսիայի Հանրապետության դեսպանատան տրամադրած կրթաթոշակի ընձեռած հնարավորություններով:

Թեմայի արդիականությունը

2044
Հայաստանի Հանրապետության տարածքը գտնվում է ակտիվ տեկտոնական կողիզոն գոտում: Տարածաշրջանում կան բազմաթիվ ակտիվ խզվածքներ, որոնց հետ կապված են ուժեղ երկրաշարժերը: Ավերիչ սեյսմիկ ակտիվության ժամանակակից իրադարձությունները՝ 1976թ. Չալդերանի (M - 7.1), 1983թ. Նորմանի (M - 6.8), 1988թ. Սպիտակի (M - 7.0), 1991թ. Ռաչայի (M - 7.0), 1990թ. Ռուտբար-Մանջիլի (7.3) և 2011թ. Վանի (M - 7.2), վկայում են Հայաստանի Հանրապետության և հարակից տարածքների բարձր սեյսմիկ վտանգի և ռիսկերի մասին:

Նման երկրաշարժածին տարածաշրջանի համար, *անշուշտ*, մեծ կարևորություն ունեն ակտիվ խզվածքների ուսումնասիրությունների վրա հիմնված սեյսմիկ ռիսկի և վտանգների գնահատականները: Այդ ուսումնասիրությունների ընթացքում կարևոր են վտանգի բաղադրիչների հիման վրա սեյսմածին կառույցների վարքի բնութագրերի բացահայտումը:

Սույն ատենախոսության մեջ քննարկվում են Հայաստանի Հանրապետության ամենախոշոր՝ Փամբակ-Սևան-Սյունիք (ՓՍՍ) ակտիվ խզվածքի հյուսիս-արևմտյան (Արփիի) և հարավ-արևելյան (Քարբար-Շղուկ փուլ-ափարթի հարավային հատվածի) եզրային հատվածների դեֆորմացիաների բաշխման օրինաչափությունները, տեղի ունեցած վերջին սեյսմիկ իրադարձությունները և երկարաժամկետ տեղաշարժման արագությունները՝ լայնորեն օգտագործելով մորֆոտեկտոնական և պալեոսեյսմաբանական

մտեցումները: Այդ տեղամասերի ուսումնասիրությունները կօգնեն ավելի լավ հասկանալ Փամբակ-Սևան-Սյունիք ակտիվ խզվածքի վարքը ժամանակի և տարածության մեջ, իսկ ստացված արդյունքների համալիր վերլուծությունը, անշուշտ, կնպաստի սեյսմիկ վտանգի և ռիսկերի առավել լիարժեք գնահատականին:

Նպատակը և խնդիրները

Աշխատանքի նպատակն է հետազոտել ՀՀ ամենախոշոր Փամբակ-Սևան-Սյունիք ակտիվ խզվածքի եզրային սեզմենտների հիմնարար տեկտոնական պարամետրերը՝ կինեմատիկան, տեկտոնական և սեյսմիկ ակտիվությունը, տեղի ունեցած վերջին սեյսմիկ իրադարձությունների ժամանակային սահմանը և ուժգնությունը, երկարաժամկետ տեղաշարժման արագությունները և այլն:

Նշված նպատակի իրականացման համար առաջադրվել են հետևյալ հիմնական խնդիրները.

- Փամբակ-Սևան-Սյունիք խզվածքի հյուսիս-արևմտյան՝ Արփիի սեզմենտի տեկտոնական և սեյսմիկ ակտիվության գնահատումը:
- Արփիի սեզմենտի կինեմատիկայի որոշումը և տեղաշարժման արագությունների գնահատումը:
- Փամբակ-Սևան-Սյունիք ակտիվ խզվածքի հարավ-արևելյան հատվածի Քարքար-Շղուկ փուլ-ափարթի հարավային մասում տեղի ունեցած վերջին մակերեսային խախտումների բացահայտումը և նրանց փոխհարաբերությունը սառցադաշտային նստվածքագոյացումների հետ:

Ուսումնասիրվող օբյեկտը և փաստացի նյութը

Ուսումնասիրության օբյեկտ են հանդիսացել Փամբակ-Սևան-Սյունիք ակտիվ խզվածքի ծայրամասային սեզմենտները՝ Արփիի և Քարքար-Շղուկ փուլ-ափարթի հարավային մասերը: Այս տեղամասերում իրականացված նպատակային, լրացուցիչ ուսումնասիրությունները թույլ տվեցին ավելի լիարժեք պատկերացում կազմել Փամբակ-Սևան-Սյունիք խզվածքի ուշ կոլիզիոն ժամանակահատվածի ակտիվության առանձնահատկությունների վերաբերյալ:

Փաստացի նյութ են ծառայել երկրաբանական և տեկտոնական քարտեզների, տիեզերական և աերոնկարների վերծանման արդյունքները, ինչպես նաև 2010-2013 թվականներին իրականացված դաշտային աշխատանքները: Այդ աշխատանքների ընթացքում կատարվել են մորֆոտեկտոնական և պալեոսեյսմաբանական ուսումնասիրություններ, գեոդեզիական չափումներ և հանույթ, որոնց արդյունքում ճշգրտվել են երկրաբանական և տեկտոնական քարտեզները, ստացվել են նոր հասակագրումների տվյալներ (կատարված

Ֆրանսիայում, Լեհաստանում և Կանադայում): Ստացված արդյունքները մշակվել են Աշխարհագրական Տեղեկատվական Համակարգում (USZ), որոնք համադրվել են գոյություն ունեցող տվյալների հետ և հիմք հանդիսացել վերջնական եզրակացությունների համար:

Ուռումնասիրության մեթոդները

Վերոհիշյալ նպատակին հասնելու համար լայնորեն կիրառվել են ուռումնասիրության պալեոսեյսմաբանական (խրամուղիների և խրամուղահորերի կիրառմամբ) և մորֆոտեկտոնական մոտեցումները (այդ թվում օգտագործելով դաշտային գեոդեզիական չափումներ և հանույթ): Կիրառվել են նաև տեղագրական քարտեզների բարձրություններից ստացված եռաչափ մոդելի, տիեզերական և աերոնկարների վերծանման մեթոդները: Կիրառվել են նաև հասակագրման OSL, ^{14}C և տիեզերածին ^3He մեթոդները:

Պաշտպանվող դրույթները

1. Բացահայտված է Փամբակ-Սևան-Սյունիք ակտիվ խզվածքի հյուսիսարևմտյան Արփիի սեզմենտի տեկտոնական և սեյսմիկ ակտիվությունը:
2. Ի տարբերություն Փամբակ-Սևան-Սյունիք ակտիվ խզվածքի մնացած սեզմենտների, Արփիի սեզմենտը ունի գլխավորապես վերնետային կինեմատիկա:
3. Հաստատվել է Արփիի սեզմենտում երկարաժամկետ ուղղաձիգ տեղաշարժման արագությունը, որը կազմում է 0.28-0.46 մմ/տարի և մակերեսային խախտումով ուժեղ ($M_w > 6.0$ մագնիտուդով) երկրաշարժի առկայությունը, ինչը տեղի է ունեցել 1355±55 – 1730±80 թթ. միջակայքում:
4. Հաստատվել է Փամբակ-Սևան-Սյունիք ակտիվ խզվածքի Քարքար-Օղուկի փուլ-ափարթի հարավային հատվածում տեղի ունեցած մակերեսային խախտումով երկու ուժեղ ($M_w > 7.0$ մագնիտուդով) երկրաշարժերի առկայությունը և նրանց ժամանակահատվածը մոտ 8100±390 և 6160±290 տարի առաջ:
5. Առաջին անգամ Հայաստանում և Հարավային Կովկասում ^3He իզոտոպային հասակագրմամբ որոշվել է Օղուկ հրաբխի խառնարանում վերջին սառցապատման ավարտի տարիքը՝ ~ 17 հազ տարի:

Աշխատանքի գիտական նորույթը

Մեծ տարածում ունեցող ArcGIS ծրագրային փաթեթի համար ստեղծվել է համակարգչային ծրագրային հավելված (գործիք), որը թույլ է տվել USZ

համակարգում մոդելավորել խզվածքի երկու եզրային հատվածներում ստացված երկրաչափական առանձնահատկությունները: Այն թույլ է տալիս եռաչափ վիզուալիզացնել խզվածքի երկրաչափության առանձնահատկությունները, կատարել վերլուծություններ և հետագա մշակումներ:

Աշխատանքում քննարկվում է Հայաստանի Հանրապետության ամենախոշոր՝ Փամբակ-Սևան-Սյունիք ակտիվ խզվածքի հյուսիս-արևմտյան և հարավ-արևելյան եզրային հատվածների ակտիվության բնութագրիչները՝ կինեմատիկան, հոլոցենում տեղի ունեցած ուժեղ երկրաշարժերը և դրանց հաշվարկային մագնիտոդները, երկրաչափական առանձնահատկությունները, սեզմենտների կուտակային ուղղաձիգ և հորիզոնական տեղաշարժման ամպլիտուդները և երկարաժամկետ արագությունները:

Մորֆոտեկտոնական և ակտիվ տեկտոնիկայի խնդիրների լուծման համար Հայաստանի Հանրապետությունում և Հարավային Կովկասում առաջին անգամ կիրառվել է տիեզերածին ^3He – ի քանակական անալիզը, որի արդյունքները թույլ են տվել հասակագրել Երկրի մակերեսին ապարների մերկացման տարիքը: Օգտագործելով հասակագրման այս մեթոդը՝ ստացվել են Հովտունի հովիտի սնուցման դադարեցման և Ծղուկ հրաբխի խառնարանում վերջին սառցապատման ավարտի տարիքները:

Աշխատանքի գործնական նշանակությունը

Փամբակ-Սևան-Սյունիք ակտիվ խզվածքը հանդիսանալով Հայաստանի Հանրապետության առավել խոշոր տեկտոնական կառույցը, իրենից մեծ վտանգ է ներկայացնում, քանի որ այն ունակ է առաջացնել երկրաշարժեր և մակերեսային խզվածքներ: Տարածական առումով անցնելով բազմաթիվ բնակավայրերի մոտով և նույնիսկ բնակավայրերի միջով, այն իր մեջ կրում է ռիսկի բարձր բաղադրիչ: Հետևապես ուսումնասիրության արդյունքում ստացված տվյալների ամբողջությունը սեյսմիկ ռիսկի նվազեցման համար ունի գործնական կարևոր նշանակություն:

Խզվածքի վերոհիշյալ առավել քիչ հետազոտված եզրային հատվածների ուսումնասիրման արդյունքում ստացվել են նոր տվյալներ, ինչպես նաև ամբողջացվել են նախկինում եղած տվյալները՝ կախված խզման վարքի առանձնահատկություններից, որոնք և հիմք են հանդիսացել վերջնական եզրակացությունների համար:

Խզվածքների եռաչափ մոդելավորման նպատակով ստեղծված ծրագրային հավելվածը (Structures) նույնպես կարևոր գործնական նշանակություն: Այն կարելի է կիրառել հետագա մոդելավորման աշխատանքներում՝ խուսափելով բազմաբնույթ համակարգչային ծրագրերի օգտագործումից, այդ կերպ իսկ

ապահովելով սվյալների ամբողջական մշակումը ծրագրային մեկ հիմնական միջավայրում:

Հրատարակված աշխատանքները և աշխատանքի փորձաքննությունը

Աշխատանքում ներառված ուսումնասիրությունների և հետազոտությունների արդյունքների մասին զեկուցվել են ՀՀ ԳԱԱ ԵԳԻ գիտխորհրդի նիստում, Թբիլիսիում 2013թ-ի հունիսի 24-25 կայացած միջազգային կոնֆերանսում, ինչպես նաև Ֆրանսիայի Մոնպելե 2 համալսարանում 2013թ-ին կատարված երկու սեմինարներում:

Ատենախոսության շրջանակներում հրատարակվել են երեք գիտական հոդվածներ, որոնցից երկուսը ԳԱԱ ԵԳԻ տեղեկագրում, իսկ երրորդը ԳԱԱ Բնական գիտությունների էլեկտրոնային ամսագրում:

Աշխատանքի կառուցվածքը և ծավալը

Աշխատանքը կազմված է նախաբանից, 3 գլուխներից և ընդհանուր եզրակացությունից: Աշխատանքի ծավալը կազմում է 115 էջ (ներառյալ գրականության ցանկը՝ 168 անուն), որոնցից 80 նկար և 2 աղյուսակ:

Շնորհակալություն

Հեղինակը խորին շնորհակալություն է հայտնում իր գիտական ղեկավար՝ երկրաբանական գիտությունների դոկտոր պր. Արա Ավագյանին՝ աշխատանքի ողջ ընթացքում նրա ցուցաբերած հսկայական աջակցության, արժեքավոր խորհուրդների և դիտողությունների համար:

Հեղինակը իր շնորհակալությունն է հայտնում Երկրաբանական Գիտությունների Ինստիտուտի տնօրեն, երկրաբանական գիտությունների դոկտոր պր. Արկադի Կարախանյանին օբյեկտիվ վերաբերմունքի և դիպուկ նկատողությունների համար: Հատուկ շնորհակալություն պր. Ժան-Ֆրանսուա Ռիցին, ով մասնագիտական արժեքավոր խորհուրդներով և քննարկումներով նպաստում էր Ֆրանսիայի Մոնպելե 2 համալսարանում կատարվող աշխատանքների իրականացմանը: Հատուկ շնորհակալություն Պր. Պիեղ-Անրի Բլադին Ֆրանսիայի Նենսի քաղաքում իրականացված հասակագրման աշխատանքների ընթացքում ցուցաբերած մեծ աջակցության համար: Խորին շնորհակալություն Ռ. Ջրբաշյանին, Ռ. Մելքոնյանին, Ռ. Միրիջանյանին, Խ. Մելիքսեթյանին և Հ. Շահինյանին կարևոր խորհրդատվության, մասնագիտական քննարկումների և աջակցության համար: Շնորհակալություն Երկրաբանական

Գիտությունների Ինստիտուտի և Սոնպելե 2 համալսարանի բոլոր աշխատակիցներին, ովքեր նպաստեցին տվյալ աշխատանքի իրականացմանը:

Մոսկովյան Գիտությունների ակադեմիայի Գեոգրաֆիկական ընդդիմախոսներին և առաջատար կազմակերպությանը՝ աշխատանքը քննելու պատրաստակամության համար:

Շնորհակալություն Հայաստանում Ֆրանսիայի Հանրապետության Դեսպանատանը՝ տրամադրած կրթաթոշակի համար:

ԳԼՈՒԽ 1. ՀՀ ԵՎ ՀԱՐԱՎԿԻՑ ՏԱՐԱԾՔՆԵՐԻ ԵՐԿՐԱԴՆԱՍԻԿ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Առաջին գլխում բերվում են ընդհանուր տեղեկություններ Հայաստանի Հանրապետության և հարակից տարածքների հիմնական ակտիվ խզվածքների (նկ. 1) և Հայաստանի ամենախոշոր՝ Փամբակ-Սևան-Սյունիք ակտիվ խզվածքի վերաբերյալ:

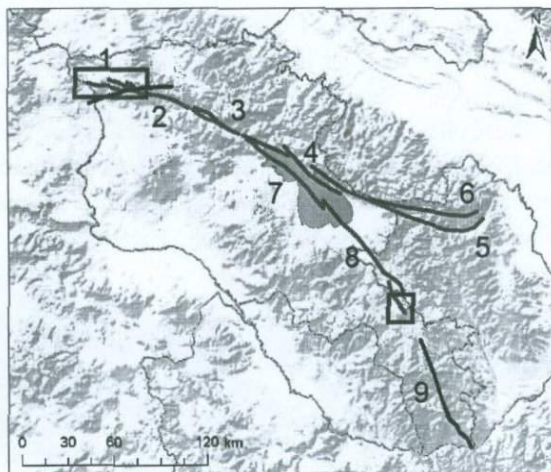


Նկ. 1: Արաբական սալից հյուսիս ակտիվ տեկտոնիկան (ըստ Philip et al., 1989; Avagyan et al. 2005), 1. հիմնական կողաշարժերը, 2. հիմնական վրաշարժերը, 3. Եվրասիայի համեմատ բլոկների հարաբերական շարժումները, 4. $M_w > 4.8$ երկրաշարժերի ֆոկալ մեխանիզմները (CMT Harvard), 5. գործիքային սեյսմիկությունը $3 < M_b < 4.9$ (USGS-NEIC): Ar. Հայաստան, D. Դագեստան, T. Թալիշ, E.A.F. Արևելյա Անատոլիական խզվածք, N.A.F. Հյուսիս Անատոլիական խզվածք, P.S.S.F. Փամբակ-Սևան-Սյունիք խզվածք, Z.F. Չազրոսի խզվածք, N.T.F. Հյուսիս Թալիքի խզվածք, G.S.F. Ժելտառեչկա-Սարիղամիշ խզվածք:

Հիմնավորվում է պալեոստրատոգրիական աշխատանքների կարևորությունը և բերվում Փամբակ-Սևան-Սյունիք խզվածքի երկայնքով կատարված պալեոստրատոգրիական աշխատանքները:

Քանի որ Փամբակ-Սևան-Սյունիք ակտիվ խզվածքը հյուսիս-արևմուտքից հարավ-արևելք փոխում է իր տարածման ազիմուտը՝ N 100° մինչև N 150° (նկ. 2), ապա ակնհայտ է, որ միանման լարվածային դաշտի պայմաններում խզվածքի հյուսիս-արևմտյան և հարավ-արևելյան եզրային հատվածները պետք է դրսևորեն տարբեր կինեմատիկական առանձնահատկություններ: Ուստի Փամբակ-Սևան-Սյունիք ակտիվ խզվածքը հյուսիս-արևմուտքից հարավ-արևելք եզրային հատվածները կարող են հանդիսանալ առանձին ուսումնասիրության նյութ:

Որպես ուսումնասիրվող տեղամասեր ընտրվեցին Արփիի սեզմենտը և Շղուկ հրաբխային զանգվածի արևմտյան հատվածում մերկացող երկու մակերեսային խախտումները (նկ. 2): Եվ ընտրված տեղամասերի համար առաջադրվեցին հետևյալ հիմնական հարցադրումները.



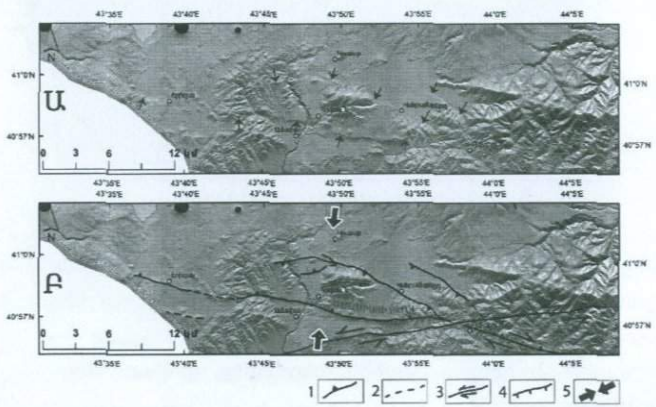
Նկ. 2: Ուսումնասիրվող տարածքները:

1. Ինչպիսի՞ն է Արփիի սեզմենտի կինեմատիկական և նրա փոխհարաբերությունը Փամբակ-Սևան-Սյունիք ակտիվ խզվածքի մնացած սեզմենտների հետ:
2. Դրսևորում է արդյոք Արփիի սեզմենտը տեկտոնական և սեյսմիկ ակտիվություն:
3. Դուրս բերել Արփիի սեզմենտում տեղի ունեցած վերջին սեյսմիկ իրադարձությունները:

4. Հաշվարկել Արփիի սեզմենտով տեղի ունեցող երկարաժամկետ տեղաշարժման արագությունները:
5. Տարբերվում է արդյոք Օղուկ հրաբխային զանգվածի արևմտյան հատվածում մակերես դուրս եկող երկու խախտումների կինեմատիկան առավել հյուսիսային սեզմենտների կինեմատիկայից:
6. Ինչպիսի՞ն է այդ մակերեսային խախտումների հասակային փոխհարաբերությունը տեղամասում առկա սառցադաշտային նստվածքների հետ:
7. Ինչպիսի՞ ծագումնաբանական բնույթ ունեն այդ մակերեսային խախտումները և հանդիսանում են արդյոք Քարքար-Օղուկ փուլափարթի հարավային վերջավորությունը:
8. Օղուկ հրաբխային զանգվածի արևմտյան հատվածում տեղի ունեցած վերջին սեյսմիկ իրադարձությունների բացահայտումը:

ԳԼՈՒԽ 2. ԱՐՓԻԻ ՍԵԳՄԵՆՏ

Երկրորդ գլխում քննարկվում է Փամբակ-Սևան-Սյունիք ակտիվ խզվածքի հյուսիս-արևմտյան Արփիի եզրային սեզմենտը: Տրվում է սեզմենտի ընդհանուր նկարագիրը և ցույց է տրվում, որ այն ի տարբերություն Փամբակ-Սևան-Սյունիք խզվածքի այլ սեզմենտների դրսևորում է գլխավորապես վերնետային կինեմատիկա, ինչը պայմանավորված է Արփիի սեզմենտի ընդհանուր տարածման ազիմուտով (N 100°) (նկ. 2): Այն կարող է կապված լինել նաև Վանաձորի և Արփիի սեզմենտը բաժանող Շուտարեչկա-Սարիղամիշ ձախակողմյան կինեմատիկա դրսևորող ակտիվ խզվածքի առկայությամբ:

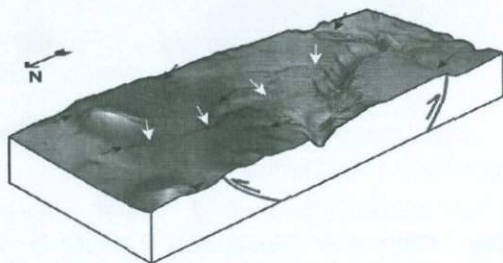


Նկ. 3: Փամբակ-Սևան-Սյունիք խզվածքի հյուսիս-արևմտյան Արփի սեզմենտը թվային բարձրությունների մոդելում (Ա, ցույց տրված սլաքներով) և դրա սխեմատիկ մեկնաբանությունը (Բ):

Առանձնացվում է Ամասիայի բարձրացած բլուրը, որը պարփակված է Արփիի սեզմենտի երկու ճյուղավորումներով (նկ. 3): Օգտագործելով տախտմետրով (Leica TCR 305) իրականացված տոպոգրաֆիական պրոֆիլները, ցույց է տրվում, որ Ամասիայի բլուրը ունի դեպի վեր ճկվածություն:

Մեծ տարածում ունեցող ArcGIS 10.0 ծրագրային միջավայրում նորաստեղծ ծրագրային հավելվածի օգնությամբ մոդելավորվում է Արփիի սեզմենտը:

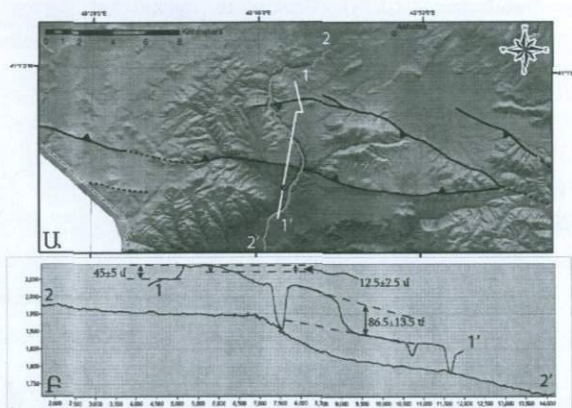
Տեղագրական քարտեզներից ստացված թվային բարձրությունների եռաչափ մոդելի անալիզը թույլ տվեց բացահայտել Հովտունի լքված հովիտը, որը դադարել է սնուցվել Ամասիայի բլուրի բարձրացման հետևանքով (նկ. 4): Հովիտի կողային հատվածի ստորոտում մերկացող դոլերիտային բազալտներից վերցվեց նմուշ՝ պարզելու համար Հովտունի հովիտ սնուցման դադարեցման տարիքը, ինչը ժամանակային առումով մոտ կլինի Ամասիայի բլուրի բարձրացման մեկնարկի հետ: Այդ նմուշը Ֆրանսիայի CRPG (Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques) պետրոգրաֆիական և երկրաքիմիական հետազոտությունների լաբորատորիայում ենթարկվեց տիեզերածին ^3He -ի քանակական անալիզի (այս հասակագրման մեթոդը առաջին անգամ է կիրառվում Հայաստանի Հանրապետությունում և Հարավային Կովկասում), ինչը ցույց տվեց, որ հովիտը դադարել է սնուցվել առավելագույնը 158410 ± 15841 տարի առաջ, ինչը ցույց է տալիս Ամասիայի բլուրի և հետևապես նաև Արփիի սեզմենտի տեկտոնական ակտիվությունը:



Նկ. 4: Ամասիայի թվային բարձրությունների մոդելում, որտեղ սև սլաքներով ցույց են տրված Ամասիայի բլուրը եզրավորող երկու վերնետային խզվածքները, ինչպես նաև բլուրի ներսում առկա խզվածքը, իսկ սպիտակ սլաքներով՝ Հովտունի լքված հովիտը:

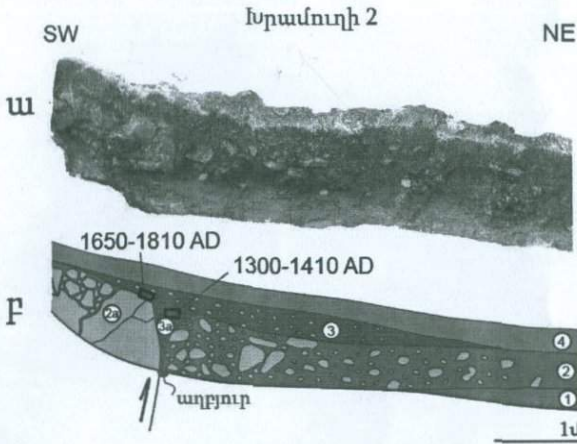
Օգտագործելով Ամասիայի բլրկի բարձրացման տարիքը և այդ բլրկը գոտևորող խզվածքների ուղղաձիգ տեղաշարժման ամպլիտուդները (ստացված թվային բարձրությունների եռաչափ մոդելից), երկու եղանակով հաշվարկվեց Ամասիայի բլրկի երկարաժամկետ բարձրացման արագությունը, որը կազմեց մոտ 0.28 - 0.46 մմ/տարի (նկ. 5):

Ներկայացված են նաև պալեոսեյսմաբանական ուսումնասիրությունները, որի արդյունքում Արփիի սեգմենտի երկրորդ ճյուղավորման վրա հայտնաբերվեց Յուրայի հասակի օֆիոլիտային համալիրի ինտենսիվ փոփոխված ապարների վերաշարժը առավել երիտասարդ նստվածքների վրա, ինչը ոչ միայն ցույց է տալիս խզվածքի կինեմատիկան, այլև նրա տեկտոնական ակտիվությունը: Նույն սեգմենտի արևելյան հատվածում՝ երկու ենթասեգմենտների վրա իրականացվեցին երկու պալեոսեյսմաբանական խրամուղիներ:



Նկ. 5: Ամասիայի բլրկը հատող (1-1') և Ախուրյան գետի երկայնքով (2-2') անցկացված տոպոգրաֆիական պրոֆիլները (Ա, Բ):

Առաջին խրամուղում խզվածքը դուրս չէր գալիս մակերես, սակայն նկատվում էր կավային նստվածքների դեֆորմացվածություն: Այդ խրամուղում կատարված նմուշարկամ արդյունքը, ինչպես նաև դեֆորմացիայի ուղղաձիգ ամպլիտուդը (1.5 ± 0.3 մ) հետագայում կծառայեն տեղի ունեցող դեֆորմացիաներին քանակական գնահատական տալու համար:



Նկ. 6: Երկրորդ խրամուղու ֆոտոմոզայիկ նկարը և սխեմատիկ մեկնաբանությունը: Նկարում ցույց են տրված նաև նմուշների տեղերը և ստացված արդյունքները:

Երկրորդ խրամուղում դիտարկվեց ճեղքվածք (fill ridge) (նկ. 6), որը վերջին սեյսմիկ իրադարձության արդյունք է: Իրականացված երկու ^{14}C հասակագրումները թույլ տվեց ստանալ տեղի ունեցած երկրաշարժի ժամանակային սահմանը՝ 1355±55 թթ. - 1730±80 թթ. ընկած ժամանակահատվածում: Հիմք ընդունելով այն փաստը, որ Հայաստանի Հանրապետության տարածում $M_w \geq 6$ մագնիտուդով երկրաշարժերը սկսում են առաջացնել մակերեսային խախտումներ, ապա հայտնաբերված վերջին սեյսմիկ իրադարձության մագնիտուդի նախնական գնահատականը կլինի $M_w \geq 6$:

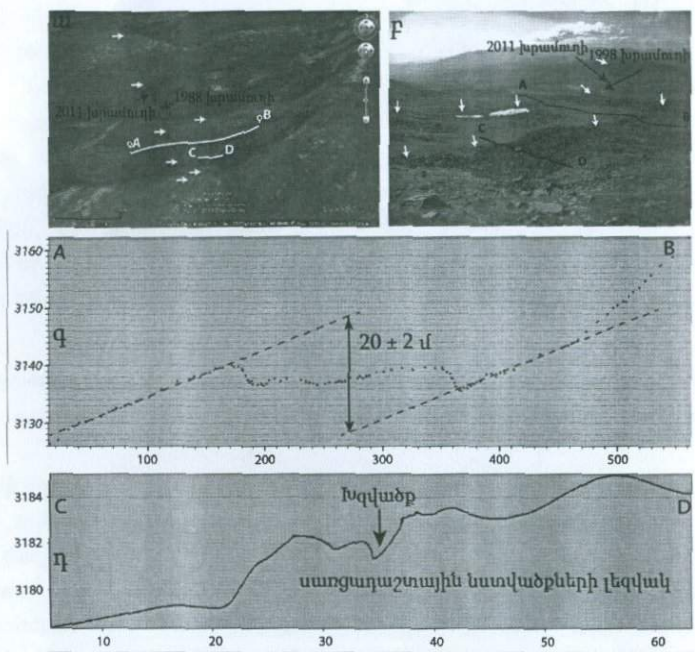
Արփիի սեզմենտում հայտնաբերված սեյսմիկ իրադարձությունը ցույց է տալիս, որ Արփիի սեզմենտը ունի նաև սեյսմիկ ակտիվություն:

ԳԼՈՒԽ 3. ԽՈՆԱՐՀԱՍԱՐԻ ՍԵԳՄԵՆՏ

Այս գլխում բերվում է Փամբակ-Սևան-Սյունիք ակտիվ խզվածքի Խոնարհասարի սեզմենտի ընդհանուր նկարագիրը, որտեղ առանձնակի շեշտադրվում է վերջինիս հարավային հատվածում ձևավորված Քարքար-Շղուկի փուլ-ափարթ (pull-apart) կառույցը:

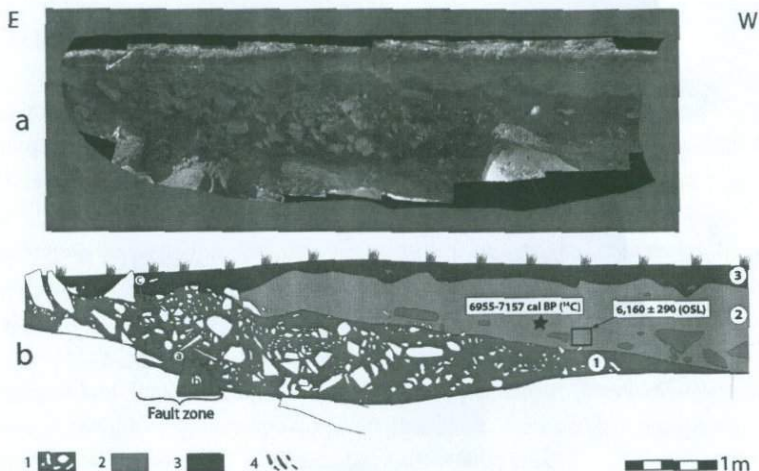
Այնուհետև ներկայացվում են վերոհիշյալ կառույցի հարավային հատվածում՝ Շղուկ հրաբխային զանգվածի արևմտյան մասում մերկացող երկու մակերեսային խախտումների տեղամասում կատարված նոր պալեոսեյսմաբանական և մորֆոտեկտոնական աշխատանքները, որոնք համալիր

կերպով մեկնաբանվում են նույն տեղամասում կատարված նախորդ աշխատանքների հետ:



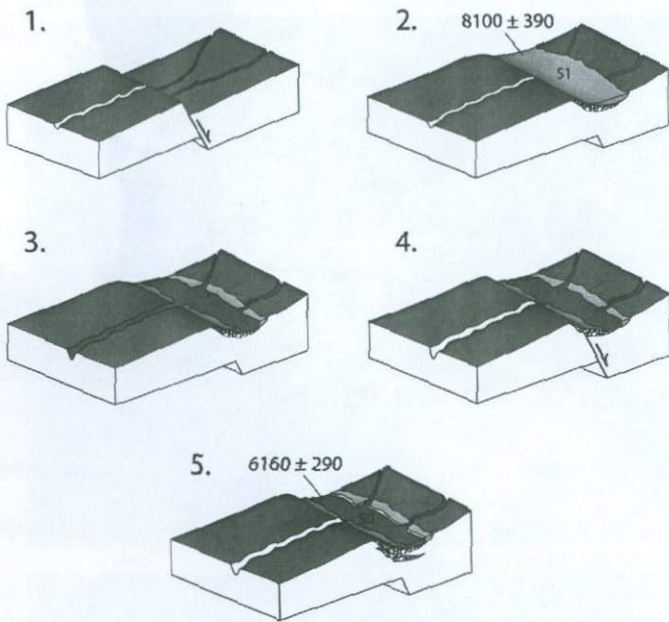
Նկ. 7: Ուսումնասիրվող սառցադաշտային կրկեսը ա. google earth տիեզերական նկարում, բ. դաշտային նկարում, որոնց մեջ ցույց են տրված անցկացված խրամուղիները և տոպոգրաֆիական պրոֆիլները: գ - երկու ենթասեգմենտների ուղղահայաց անցկացված տոպոգրաֆիական պրոֆիլը, համաձայն որի հաշվարկվել է ուղղաձիգ տեղաշարժման կուտակային ամպլիտուդան: դ - սկարային ուղղահայաց իրականացված տոպոգրաֆիական պրոֆիլը, որտեղ ակնհայտ երևում է, որ սառցադաշտային նստվածքները դեֆորմացված են խզվածքի ազդեցությունից:

Կատարված նոր ուսումնասիրությունների արդյունքում ճշտվեցին Ծղուկ հրաբխային զանգվածի արևմտյան մասում մակերես դուրս եկող երկու խզվածքների կուտակային ուղղաձիգ (ըստ խզվածքի երկու ճյուղավորումների) և հորիզոնական տեղաշարժման ամպլիտուդները (ըստ խզվածքի արևմտյան ճյուղավորման)՝ որոնք կազմեցին մոտ 20±2 մ և 3±1 մ համապատասխանաբար (նկ. 7), ինչը համեմատելի է նախկինում ստացված արդյունքների հետ:



Նկ. 8: Նոր բացված խրամուղու սխեմատիկ վերծանումը, որում ցույց է տրված նաև հասակագրված նմուշների տեղադիրքերը:

Տեղամասում անցկացվեցին նաև պալեոսեյսմաբանական ուսումնասիրություններ, որոնց ընթացքում բացվեց մեկ խրամուղի (նկ. 8) և երեք խրամուղահորեր, որը ուղեկցվեց վերջիններիս մանրամասն նկարագրմամբ և նմուշարկմամբ: Արդյունքները մեկնաբանվեցին մոթֆոտեկտոնական ուսումնասիրություններից ստացված տվյալների հետ զուգահեռ, ինչի արդյունքում ապացուցվեց տեղամասում տեղի ունեցած երկրորդ սեյսմիկ իրադարձության առկայությունը: Տեղի ունեցած առաջին սեյսմիկ իրադարձության մոմենտային մագնիտուդը գնահատվել էր նախկինում կատարված աշխատանքների արդյունքում՝ $M_w \sim 7.1$: Իսկ տեղի ունեցած երկրորդ սեյսմիկ իրադարձության մոմենտային մագնիտուդը, ըստ նոր բացված խրամուղում առկա կոլումբիալ սեպի առավելագույն հզորության (1.2 մ), գնահատվեց մոտ 7.0 ($M_w \sim 7.0$): Տեղի ունեցած առաջին սեյսմիկ իրադարձության համար ստացվեց նոր տարիք՝ մոտ 8100 ± 390 տարի (Ritz & Avagyan et al. պատրաստման փուլում), ինչը լիովին համեմատելի է գոյություն ունեցող արդյունքի հետ՝ 7800 ± 800 տարի (Avagyan 2001): Իսկ երկրորդ սեյսմիկ իրադարձության տարիքը ստացվեց մոտ 6160 ± 290 տարի (Ritz & Avagyan et al. պատրաստման փուլում) (նկ. 8):



Նկ. 9: Իրադարձությունների հետադարձ վերլուծության սխեմատիկ մոդել: 1- առաջին սեյսմիկ իրադարձությունը, 2- S1 շերտագրական միավորի գոյացումը, 3- Էրոզիա, 4- 2-րդ սեյսմիկ իրադարձությունը, 5- S0 շերտագրական միավորի գոյացումը:

Տեղամասում նախկինում ստացված և մեր կողմից ստացված նոր արդյունքները համալիր կերպով մեկնաբանվեցին իրադարձությունների հետադարձ վերլուծական սխեմայում (նկ. 9):

Առաջին երկրաշարժը տեղի է ունեցել $8,100 \pm 390$ տարուց փոքր ինչ ավելի վաղ, որի առաջացրած տեկտոնական պատվածքը ամբարտակել է ջրի հոսքը (նկ. 9-1): Ջուրը կուտակվելով խզվածքի սկարպի տակ, առաջացրել է լճային ծագման S1 նստվածքները (նկ. 9-2): Ջուրը շարունակելով կուտակվել, վերջապես հաղթահարել է այդ խոչընդոտը և սկսել է կամաց-կամաց հողմնահարել այն: Այդ գործընթացի արդյունքում մասամբ հողմնահարվել է նաև S1 շերտը (նկ. 9-3): Այնուհետև մոտ 2000 տարի անց (6160 ± 290 տարուց փոքր ինչ ավելի վաղ) հետևել է 2-րդ սեյսմիկ իրադարձությունը, որը նույնպես ուղեկցվել է տեկտոնական խախտման առաջացմամբ (նկ. 9-4) և այնուհետև նաև մեկ այլ լճային նստվածքների գոյացմամբ՝ S0 (նկ. 9-5): Հնարավոր 3-րդ սեյսմիկ իրադարձության մասին է խոսում իրամուղում դիտարկված կոյուվիալ սեպի (1-ին շերտագրական միավոր)

թույլ դեֆորմացվածությունը, ինչպես նաև որոշ բեկորների միակողմ ուղղվածությունը (4, նկ. 8):

Այսպիսով, մոթֆոտեկտոնական և պալեոսեյանաբանական վերլուծությունը մեզ թույլ տվեց հստակ առանձնացնել 2 սեյսմիկ իրադարձություններ: Սակայն, դաշտային աշխատանքների արդյունքում խզվածքի երկու սկարպեթին ուղղահայաց իրականացված տոպոգրաֆիական պրոֆիլով (Leica TCR 305 տախոմետրով) հաշվարկված տեղաշարժի կոտակային ուղղահայաց բաղադրիչը կազմեց մոտ 20 ± 2 մ (նկ. 3.18): Այստեղից կարելի է հետևություն անել, որ գոյություն են ունեցել նաև ավելի վաղ տեղի ունեցած սեյսմիկ իրադարձություններ:

Օդուկ հրաբխի խառնարանում սառցապատման ավարտի տարիքը պարզաբանելու նպատակով, կատարվեց Օդուկ հրաբխի խառնարանում վերջին սառցադաշտային նստվածքների մերկացման հասակի որոշումը (^3He հասակագրման մեթոդով): Այն ստացվեց մոտ 17 հազ տարի:

Եզրակացություն

Հիմք ընդունելով Հայաստանի Հանրապետությունը ներառող տարածաշրջանում առկա լարվածային դաշտի գլխավոր առանցքների հորիզոնական բաղադրիչների կողմնորոշվածությունը, Փամբակ-Սևան-Սյունիք ակտիվ խզվածքի հյուսիս-արևմտյան Արփիի սեզմենտի ընդհանուր տարածման ազիմուտը, ինչպես նաև դաշտային դիտարկումները, անցկացրած խրամուղիներն արվում է հետևություն, որ ի տարբերություն Փամբակ-Սևան-Սյունիք ակտիվ խզվածքի մնացած սեզմենտների, Արփիի սեզմենտը ունի գլխավորապես վերնետային կինեմատիկա (նկ. 3):

Արփիի սեզմենտում առանձնացվում է Ամասիայի բարձրացած բլուկը (նկ. 4): Խորքային կառուցվածքում Ամասիայի բլուկը սահմանափակող խախտումները կազմում են վերնետային (հետ-վերնետային ճյուղավորմամբ) կառույց:

Պլեյստոցենի դոլերիտային բազալտների առաջացումից հետո Ամասիայի բլուկը շարունակում է դեֆորմացվել, ինչն արտահայտված է դեպի վեր ճկվածությամբ: Այն ակնհայտ է Հովտունի լքված գետի հովիտի թալվեզի պրոֆիլից: Հետևապես շարունակվող դեֆորմացիաները վկայում են Ամասիայի բլուկը գոտևորող խախտումների ակտիվության մասին:

Հիմք ընդունելով 2-րդ (նկ. 6) խրամուղուց ստացված հասակագրման արդյունքները, կարելի է եզրակացնել, որ 1355 ± 55 թթ. մինչև 1730 ± 80 թթ. ընկած ժամանակահատվածում տեղի է ունեցել սեյսմիկ իրադարձություն, որի արդյունքում առաջացել է ճեղք (fill ridge, 3a), ինչը լցվել է բեկորներով (նկ. 6): Դրա մասին խոսում է ճեղքում առկա նյութի չշերտավորված և չդասավորված լինելը:

Հետազայում այդ ճեղքը, ինչպես նաև ժայռային սուբստրատը և կոյուվյալ սեպը ծածկվել են կոլուվիալ նյութով (3, նկ. 6):

Քանի որ Հայաստանի Հանրապետության տարածում $M_w \geq 6$ մագնիտուդով երկրաշարժերը սկսում են առաջացնել մակերեսային խախտումներ, ապա հայտնաբերված վերջին սեյսմիկ իրադարձության մագնիտուդի նախնական գնահատականը կլինի $M_w \geq 6$: Սակայն առավել ճշգրիտ գնահատական տալը հնարավոր չէ իրականացնել, քանի որ խրամուղում վերջին իրադարձության ուղղաձիգ տեղաշարժը հնարավոր չի եղել հաշվարկել:

Այնուամենայնիվ Ամասիայի բլուրը սահմանազատող, տասնյակ մետրերի (մոտ 40-85 մ) հասնող սկարպերը (նկ. 5) թույլ են տալիս ենթադրել ավելի վաղ տեղի ունեցած այլ սեյսմիկ իրադարձությունների մասին:

Տոպոգրաֆիական չափումների և ստացված հասակագրման արդյունքների հիման վրա երկու մոտեցմամբ հաշվարկվեց Ամասիայի բլրկի ուղղաձիգ երկարաժամկետ տեղաշարժման արագությունը, որը կազմեց մոտ 0.28 ± 0.03 մմ/տարի (հիմք ընդունելով հյուսիսային ճյուղավորման ուղղաձիգ տեղաշարժման ամպլիտուդը) և 0.46 ± 0.07 մմ/տարի (հիմք ընդունելով հարավային ճյուղավորման ուղղաձիգ տեղաշարժման ամպլիտուդը) (նկ. 5):

Փամբակ-Սևան-Սյունիք ակտիվ խզվածքի Քարքար-Օղուկի փուլափարթի հարավային հատվածում նախկինում ստացված արդյունքները, ինչպես նաև նոր դաշտային աշխատանքների արդյունքում իրականացված մոթֆոտեկտոնական ու պալեոսեյսմաբանական վերլուծությունները և հասակագրման տվյալները մեզ թույլ տվեցին հստակ առանձնացնել երկու սեյսմիկ իրադարձություններ ($M_w > 7.0$), որոնք հաջորդվել են S1 և S0 մոթֆոլոգիական մակարդակների գոյացմամբ մոտ 8100 ± 390 և 6160 ± 290 տարի առաջ համապատասխանաբար (նկ. 9): Ենթադրվում է նաև ավելի վաղ և ավելի ուշ տեղի ունեցած այլ երկրաշարժերի մասին՝ հիմք ընդունելով տեղամասում հաշվարկված կուտակային աղղաձիգ տեղաշարժման մեծ ամպլիտուդը (նկ. 7) և նոր բացված խրամուղում դիտարկված կոլուվիալ սեպի թույլ արտահայտված դեֆորմացվածությունը (նկ. 8): Բացահայտված վերջին ուժեղ երկրաշարժերը տեղի են ունեցել վերջին սառցապատումից հետո:

Պարզաբանելու համար սառցադաշտային նստվածքների բացարձակ հասակները առաջին անգամ Հայաստանի Հանրապետությունում և Հարավային Կովկասում ^3He իզոտոպային հասակագրման մեթոդով ստացվեց Օղուկ հրաբխային զանգվածում արևմտյան սառցադաշտային տրոգում առկա սառցադաշտային նստվածքների և երիտասարդ սառցադաշտային լեզվակների տարիքները (արդյունքները մշակման փուլում են): Հասակագրվեց նաև Օղուկ հրաբխի խառնարանում վերջին սառցապատման ավարտի տարիքը, որը կազմեց մոտ 17023 ± 1700 տարի: Ելնք, որ սառցադաշտային նստվածքների բաձարձակ հասակի որոշումը նույնպես առաջին անգամ է կիրառվում Հայաստանի Հանրապետությունում և Հարավային Կովկասում:

Հիմք ընդունելով 2011թ-ին բացված խրամադրում առկա երկրորդ սեյսմիկ իրադարձության կոռուլիալ սեպի մաքսիմալ հզորությունը (1.2 մ) և օգտագործելով Մակ Կալպինի կողմից առաջարկված մոդելը ու Ուելս և Կոպերսմիտի կողմից առաջարկված էմպիրիկ բանաձևը (Wells and Coppersmith 1994; McCalpin 2009)՝ հաշվարկվեց նաև երկրորդ սեյսմիկ իրադարձության մոմենտային մագնիտուդը: Այն կազմեց մոտ 7.0:

Նոր կատարված աշխատանքների արդյունքում հաշվարկվեցին խզվածքով տեղի ունեցած հորիզոնական և ուղղաձիգ տեղաշարժման ամպլիտուդները: Ուղղաձիգ տեղաշարժման ամպլիտուդը ըստ խզվածքի երկու սկարպերի զուամրային տեղաշարժի կազմեց մոտ 20±2մ (նկ. 7), իսկ հորիզոնական տեղաշարժը ըստ արևմտյան սկարպի կազմեց մոտ 3±1 մ, որոնք լիովին համեմատելի են նախկինում ստացված արդյունքների հետ:

Շղուկի հրաբխային զանգվածի արևմտյան մասում մակերես դուրս եկող երկու խախտումների երկայնքով բացահայտված երկու և ենթադրված ավելի մակերեսային խախտումները ցույց են տալիս խախտումների տեկտոնական բնույթի առկայությունը և նրանց կառուցվածքային կապվածությունը Քարքար-Շղուկ փուլ-ափարթի հետ: Այն հանդիսանում է փուլ-ափարթի հարավային վերջավորությունը: Քարքար-Շղուկ փուլ-ափարթի հարավային վերջավորությունում հորիզոնական և ուղղաձիգ տեղաշարժերի հարաբերակցությունը, ի տարբերություն հյուսիսային հատվածի (մոտ 1/12, Davtyan 2007), կազմում է մոտ 4/1:

Հիմք ընդունելով վերը նշվածը կարող ենք ասել, որ ի տարբերություն Փամբակ-Սևան-Սյունիք խզվածքի այլ սեգմենտների, ինչպես նաև Քարքար-Շղուկ փուլ-ափարթի հյուսիսային ճյուղավորումների, Շղուկի տեղամասում խզվածքը դրսևորում է գլխավորապես վարնետային կինեմատիկա:

Ասեռախոսության թեմայով հրապարակումների հիմնական ցանկ

1. Սկրտյան Մ.Կ. Խզվածքների եռաչափ մոդելավորման համակարգչային ծրագրային հավելվածի մշակում: ՀՀ ԳԱԱ Տեղեկագիր, Գիտություններ Երկրի Մասին, 66, 2013, Հ3, էջ. 92-98:
2. Սկրտյան Մ.Կ., Ավագյան Ա.Վ., Ռից Ժ-Ֆ., Նազարի Հ., Բլադ Պ.-Ա., Մարտիրոսյան Մ.Պ. Փամբակ-Սևան-Սյունիք ակտիվ խզվածքի հյուսիս-արևմտյան հատվածի դեֆորմացիաների բաշխումը: ՀՀ ԳԱԱ Տեղեկագիր, Գիտություններ Երկրի Մասին, 67, 2014, Հ1, էջ. 54-64:
3. Mkrtchyan M.K., Ritz J-F., Avagyan A.V., Nazari H., Karakhanyan A. S., Blard P-H., Martirosyan M.P. New paleoseismological insights along the south eastern part of the Pambak-Sevan-Sunik active fault. Electronic Journal of Natural Sciences, July 2014, Vol. 2014, Issue 2 /23/, p. 3-8.

Резюме

Учитывая преимущественную направленность в распределении главных осей горизонтальных составляющих современного напряженно-деформационного поля РА и сопредельных территорий, азимутальные параметры Арпийского сегмента Памбак-Севан-Сюникского активного разлома, а также результаты полевых исследований (описание и анализ траншей) делается вывод о том, что кинематика Арпийского сегмента имеет в основном взбросовый характер, в отличие от других сегментов Памбак-Севан-Сюникского активного разлома.

В структуре Арпийского сегмента выделяется Амасийский приподнятый блок глубинное строение которого определяется взбросовыми нарушениями с обратнo-взбросовыми ответвлениями.

После образования плестоценовых долеритовых базальтов Амасийский блок продолжает деформироваться, что проявляется в его выгнутости, наблюдаемой на профиле русла в долине палеореки Овтун. Таким образом продолжительное деформирование свидетельствует о тектонической активности разломов, ограничивающих Амасийский блок.

Принимая за основу результаты датировок второй траншеи, можно предположить, что в интервале 1355±55 - 1730±80 гг. произошло сейсмическое событие, в результате которого образовалась расщелина (fill ridge), которая заполнилась обломками. Об этом свидетельствует хаотичный характер распределения разнообломочного материала в расщелине. Со временем расщелина, субстрат и коллювиальный клин покрылись молодыми коллювиальными осадками.

Поскольку, сильные землетрясения с магнитудой $M_w \geq 6$ на территории РА могут привести к поверхностным нарушениям, то выявленное нами землетрясение должно иметь $M_w \geq 6$. Однако, уточнение этой оценки невозможно, так как вертикальную составляющую выявленного сейсмического события невозможно было определить.

Тем не менее, наличие в периферийных скарпах Амасийского блока вертикальных смещений, достигающих 40-80м, позволяет предполагать реализацию более ранних сильных сейсмических событий.

На основе результатов лабораторных датировок образцов, а также топографических замеров амплитуд вертикальных смещений на северном и южном ответвлениях Амасийского блока, были получены расчетные значения скоростей долговременных вертикальных смещений - 0.28±0.03 мм/год и 0.46±0.07 мм/год соответственно.

Учитывая ранее проведенные работы в южной части Каркар-Цхукского пулапарт структуры Памбак-Севан-Сюникского активного разлома, а также результаты новых морфотектонических и палеосейсмологических полевых

исследований в комплексе с лабораторной датировкой образцов, можно уверенно выделять 2 сейсмических события ($M_w >= 7.0$), с последующим образованием S_1 и S_0 морфологических уровней, с возрастными приблизительно 8100±390 и 6160±290 лет соответственно. Выявленные нами землетрясения произошли после последнего оледенения (Вьюрм). По некоторым косвенным признакам, обнаруженным в новой траншее (слабая деформированность коллювиального клина), а также большой амплитуде суммарного вертикального смещения, рассчитанной для участка исследований, можно судить о возможном наличии других сейсмических событий – как до, так и после двух выявленных землетрясений.

Впервые в РА и на территории Южного Кавказа проведено определение абсолютного возраста осадочных пород периода оледенения. Отметим также, что для этих работ впервые применён ^3He метод датировки. Получены результаты, свидетельствуют о том, что конец последнего оледенения кратера вулкана Цхук приходится на период 17023 ± 1700 лет.

По результатам исследования траншеи 2011 года, используя модель Мак-Калпини и эмпирическую формулу Велс-Коперсмита, была рассчитана моментная магнитуда второго сейсмического события. При этом основой для расчетов послужила, определенная в траншее максимальная мощность (1.2 м) коллювиального клина от этого землетрясения. Расчетная оценка составила $M_w=7,0$.

В результате новых исследований были получены количественные оценки амплитуд горизонтальных и вертикальных смещений по разлому. По суммарным смещениям двух скарпов разлома, амплитуда вертикальной составляющей составила 20±2 м., а горизонтальной составляющей по западному скарпу - 3±1 м., что согласуется с результатами предыдущих исследований.

Зафиксированные нами сейсмические события в западной части Цхукского вулканического массива, доказывают тектоническую природу скарпов и соответственно структурную связь с Цхук-Каркарским пулапартом. На наш взгляд, два поверхностных разлома являются южным окончанием этой структуры.

В отличие от северного участка Цхук-Каркарского пулапарта, где величина отношения вертикальных и горизонтальных смещений составила 1/12, на южном фланге это соотношение оценивается как 4/1.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что в отличие от других сегментов Памбак-Севан-Сюникского разлома, и в частности на северных ответвлениях Цхук-Каркарского пулапарта, на Цхукском участке разлом, в основном, характеризуется сбросовой кинематикой.

Summary

Based on a horizontal component of stress field orientation in the Southern Caucasus, the general orientation of the Arpi segment of Pambak-Sevan-Syunik active fault as well as the field observations, realized trenches, it can be concluded that unlike the other segments of Pambak-Sevan-Syunik active fault, Arpi segment is mainly reveals reverse kinematics.

In the Arpi segment of PSS fault the uplifted Amasia block is recognized. The boarding faults of the Amasia block in the depth compose a back-thrust structure.

After formation of Pleistocene dolerite basalts, the Amasia block is continuing to deform which is reflected in upward banding of that block. It is obvious also from the Hovtun abounded valley thalweg profile. Consequently, continuous deformations evidence about Amasia block boarding faults activity.

Based on dating results from the new realize trench, a seismic event is occurred during the period of 1355 ± 55 to 1730 ± 80 AD conducting to fill ridge formation. This fill ridge was filled by unstratified debris. Later, fill ridge, as well as substrate and colluvial wedge was covered by younger colluvial sediments.

The pre-assessment of the moment magnitude of the last discovered seismic event is $M_w \geq 6$ (starting of this magnitue the surface ruptures assumed probable in the territory of Republic of Armenia). More accurate assessment is not possible, because vertical displacement of the last event is not possible to define. However, the large cumulated vertical displacement (about 40-85m) of the Amasia block boarding fault suggest much more seismic events.

Topographical measurements and obtained dating results allow calculating the vertical slip rate in two ways: the value of 0.28 ± 0.03 mm/year is obtained based on northern boarding fault scarp vertical displacement and one of 0.46 ± 0.07 mm/year based on southern boarding fault scarp vertical displacement.

The previously obtained results in the southern part of the Karkar-Tsghuk pull-apart basin of PSS active fault, as well as the new field works and datings allow to identify two seismic events ($M_w > 7.0$), which were succeed by formation of trapped sediments (S_1 and S_0) near the fault scarp (with ages of 8.1 ± 0.40 and 6.20 ± 0.3 Ka respectively). Based on the total vertical offset of the two scarps of about 20 m and the weak deformation of colluvial wedge, it is suggested about strong earlier and moderate younger seismic events.

For the first time in the RA and Lasser Caucasus the cosmogenic ^3He dating method was used. The end of the last glacial maximum in the crater of the Tsghuk volcano is defined, of 17.0 ± 1.7 Ka.

Based on the thickness of the colluvial wedge of the second seismic event the $M_w = 7.0$ was calculated by using McCalpin's suggested model with the Wells and Coppersmiths empiric formula.

During new studies, the horizontal and vertical displacements of the fault have been calculated. The 20 ± 2 m of cumulative vertical displacement of the two fault scarps was calculated. The 3 ± 1 m horizontal displacement is obtained for the western scarp. These results are completely comparable with the previously obtained results.

On the western part of Tsg huk volcanic massive the revealed seismic events indicate the tectonic nature of surface faults and its structural connection with Karkar - Tsg huk pull-apart basin. Thus, it is the southern end of that basin.

In the southern part of the Karkar - Tsg huk pull-apart basin the ratio of horizontal and vertical displacements is 4/1, whereas in the northern part it is of 1/12.

It can be concluded that the PSS fault segments in the Karkar-Tsg huk pull-part basin in particularly in its southern part (Tsg huk section) mainly reveals normal kinematics contrary to other segments of PSS active fault.



During new studies, the horizontal and vertical displacements of the fault have been calculated. The 30-25m of cumulative vertical displacement of the two fault steps was calculated. The 321m horizontal displacement is obtained for the western scarp. These results are completely comparable with the previously obtained results.

On the western part of Tshuk volcano, massive the revealed seismic events indicates the tectonic nature of surface faults and its structural connection with Karkar - Tshuk pull-apart basin. Thus, it is the southern end of that basin.

In the southern part of the Karkar - Tshuk pull-apart basin, the ratio of horizontal and vertical displacements is 4:1, whereas in the northern part it is of 1:1. It can be concluded that the PSE fault segments in the Karkar - Tshuk pull-apart basin, in particular, in its southern part (Tshuk section) mainly covers normal kinematics, contrary to other segments of PSE active fault.