

ՀՄՍՀ ԳԱ Տեղեկագիր

ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ
НАУКИ О ЗЕМЛЕ
EARTH SCIENCES



Журнал основан в 1943 г., выходит 6 раз в год
на русском и армянском языках

ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈՂԵԳԻԱ

ՀՍՍՀ ԳԱ ազգ. Ա. Տ. Ասլանյան, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթ.-անդամ Ա. Բ. Բաղդասարյան, ՀՍՍՀ ԳԱ ազգ. Ա. Հ. Գաբրիելյան, (պատասխանատու խմբագիր), Երկրա-հանք. գիտ. թեկն. է. Խ. Ղուլյան, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթ.-անդամ Ս. Վ. Գրիգորյան, Երկրա-հանք. գիտ. թեկն. Ա. Ի. Կարապետյան, ֆիզ.-մատ. գիտ. թեկն. Ն. Կ. Կարապետյան, Երկրա-հանք. գիտ. թեկն. Բ. Մ. Մելիքսերյան, Երկրա-հանք. գիտ. թեկն. Ռ. Տ. Միրիջանյան, Երկրա-հանք. գիտ. ղոկտ. Ս. Ն. Նսգաբերյան, Երկրա-հանք. գիտ. ղոկտ. Մ. Ս. Սարյան, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթ.-անդամ Կ. Ի. Տեր-Ստեփանյան, Երկրա-հանք. գիտ. թեկն. Ա. Ս. Ֆառամազյան (պատասխանատու խմբագրի տեղակալ):

Պատասխանատու քարտուղար՝ է. Ա. Ռոստոմովա

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Акад. АН АрмССР А. Т. Асланян, член-корр. АН АрмССР А. Б. Багдасарян, акад. АН АрмССР А. А. Габриелян (ответственный редактор), член. корр. АН АрмССР С. В. Григорян, канд. геол.-мин. наук Э. Х. Гулян, докт. геол.-мин. наук А. И. Карапетян, канд. физ. мат. наук Н. К. Карапетян, канд. геол.-мин. наук Б. М. Меликсетян, канд. геол.-мин. наук Р. Т. Мириджанян, канд. геол.-мин. наук С. Н. Назаретян, докт. геол.-мин. наук М. А. Сатян, член-корр. АН АрмССР Г. И. Тер-Степанян, канд. геол.-мин. наук А. С. Фармазян (зам. ответственного редактора).

Ответственный секретарь Э. С. Ростомова

Խմբագրութեան հասցեն՝ 375019, Երևան 19, Մարշալ Բաղրամյանի պող., 24ա.



Адрес редакции: 375019, Ереван, 19, пр. Маршала Баграмяна. 24а

Издательство АН Арм. ССР
Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1987

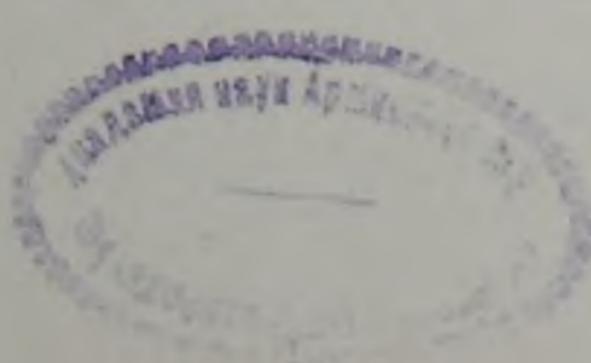
Գրք 409

Բ Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

Ա. Հ. Կարբիլյան. Երկրի մասին գիտությունների բնագավառում 1987 թ. գիտահետազոտական աշխատանքների հիմնական արդյունքները	3
Հ. Ա. Թումանյան. Փոքր Կովկասի մեզանտիկլինորիումի հյուսիս-արևմտյան մասի դրանիտոիդների տեկտոնական բնույթի մասին	21
Վ. Ա. Աղամալյան. Հայկական ՍՍՀ բյուրեղային հիմքի մինչբեմբրյան ուլտրամաֆիտային ֆորմացիան	31
Կ. Ի. Կարապետյան. Արագածի տիպի սառած միավորները	43
Հ. Վ. Շահինյան. Արևիս—Բարձրավանի գոտու ջրերի հիդրոքիմիայի հիմնական գրծերը	50
Ա. Կ. Մարևոսյան. Թվացող դիմադրության և թվացող բևեռացման պարամետրերի համակարգի մասին	58
Հ. Մ. Ավչյան, Գ. Վ. Մառկոսյան, Լ. Կ. Քաղևոսյան. Ապարների էլեկտրական տեսակարար դիմադրության (հաղորդականության), ըստ գազի թափանցելիության և մագնիսընկալման անհամասեռությունը	64
Ս. Վ. Վարձեղյան, Ս. Ց. Հակոբյան. Զավախքի լեռնաշխարհի երկրաշարժերից առաջ Ր—ալիքների արագությունների փոփոխությունների հետազոտումը	74

СОДЕРЖАНИЕ

А. А. Габриелян. Основные результаты научно-исследовательских работ в области наук о Земле за 1987 г.	3
Г. А. Туманян. О тектонической природе гранитоидов северо-западной части мегантиклинория Малого Кавказа	21
В. А. Агамалян. Докембрийская ультрамафитовая формация фундамента Армянской ССР	31
К. И. Карапетян. Остывшие единицы арагацкого типа	43
Г. В. Шагинян. Основные черты гидрохимии вод Аревис-Барцраванской зоны	50
А. К. Матевосян. О системе параметров кажущегося сопротивления и кажущейся поляризуемости	58
Г. М. Авчян, Г. В. Маркосян, Л. К. Татевосян. Анизотропия удельного электрического сопротивления (проводимости), проницаемости по газу и магнитной восприимчивости горных пород	64
С. В. Вардзелян, С. Ц. Акопян. Исследование изменений скоростей Р-волн перед землетрясениями Джавахетского нагорья	74



CONTENTS

<i>A. H. Gabriellan.</i> The general results of scientific-research works in the field of Earth sciences during 1987	3
<i>H. A. Toumanian.</i> On the tectonic character of the Minor Caucasus meganticlinorium NW part granitoids	21
<i>V. A. Aghamallan.</i> The Armenian SSR foundation Precambrian ultramafic formation	31
<i>K. I. Karapetian.</i> The aragats-type cooled-down units	43
<i>H. V. Shahinian.</i> The Arevis-Bartsravan zone waters hydrochemistry main features	51
<i>A. K. Matevosian.</i> On the apparent resistance and apparent polarizability parameters system	58
<i>H. M. Avchian, G. V. Murkosian, I. K. Tatevosian.</i> The rocks specific electrical resistance (conductivity), gas permeability and magnetic susceptibility anisotropy	64
<i>S. V. Vardzelian, S. Ts. Hakopian.</i> The P-waves velocities changes investigations before the earthquakes in the Djavakhk highland	

Ա. 2. ԳԱՐԻՆԵԼՅԱՆ

ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԲՆԱԳԱՎԱՌՈՒՄ 1987 Թ.
ԳԻՏԱԶԵՏԱԶՈՏԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ

(Հաշվետու զեկուցում ՀՍՍՀ ԳԱ Բիմիական և Երկրաօսական
գիտությունների բաժանմունքի սեկցիայի ընդհանուր ժողովում՝
10.05.88 թ.)

Կուսակցական ու կառավարական վերջին տարիներին ընդունված ուղղումների լույսի տակ (վերակառուցում, հրապարակայնություն, դեմոկրատացում) լուրջ վերափոխումներ են կատարվել նաև գիտության բնագավառում: Նոր կարգ է սահմանվել գիտական հաստատությունների, ինստիտուտների, բաժինների ու լաբորատորիաների ղեկավար կազմի ընտրությունների, երիտասարդ կադրերի առաջ քաշման, ինչպես նաև ինստիտուտների կառուցվածքի վերանայման ու աշխատակիցների ատեստավորման վերաբերյալ: Այդ վերափոխումների նպատակն է գիտական հետազոտությունները դարձնել ավելի նպատակասլաց, որպեսզի դրանք ուղղված լինեն առավել կարևոր, հեռանկարային, գիտական ու ժողովրդատնտեսական արդիական պրոբլեմների լուծմանը:

Այդ տեսակետից կարևոր էր 1987 թ. մայիսին տեղի ունեցած մեր ակադեմիայի նախագահության նիստը, որին մասնակցում էին համամիութենական ակադեմիայի պրեզիդենտ Գ. Ի. Մարչուկը և հանրապետության ղեկավարները: Պրեզիդենտ Մարչուկի զեկուցման մեջ և ելույթներում քննարկվեցին վերակառուցման հետ կապված մեր առջև դրված խնդիրները և նշվեցին նախագահության, բաժանմունքների և ինստիտուտների անելիքները: Միութենական ակադեմիա են ուղարկվել գիտական հետազոտությունների առաջնային ուղղությունները, որոնք պետք է մշակվեն մեր հանրապետական ակադեմիայում:

Հաշվետու ժամանակաշրջանում սեկցիայի նիստերում քննարկվել են բազմաթիվ գիտական ու գիտակազմակերպական հարցեր, այդ թվում և հարցեր, որոնք առաջադրվել են վերադաս կառավարական ու գիտական օրգանների կողմից: Քննարկվել են 1987 և 1988 թվականների, 1987—2005 և մինչև 2010 թվականների կոնկրետ ու հեռանկարային պլանները, ներդրման պլանները: Մինիստրների խորհրդի հանձնարարությամբ կազմված է մինչև 1990 թ. հանրապետության ընդերքում ստորերկրյա ջերմային ռեսուրսների հայտնաբերման ու նրանց օգտագործման ուղղությամբ ծրագրվող հետազոտությունների պլանը:

Կոորդինացիոն խորհրդի հետ համատեղ կազմվել և հրատարակվել են նրկրաբանական ու երկրաֆիզիկական գիտությունների գծով հանրապետությունում տարվող մի քանի կարևոր պրոբլեմների համար համատեղ աշխատանքների կոորդինացիոն պլան: Նշված են պրոբլեմների ղեկավարները, որոնք պետք է հսկեն, համաձայնեցնեն, ղեկավարեն այդ հետազոտությունները, սակայն ցավոք՝ սրտի նրանք այդ պլանների տակ ստորագրելուց հեռու չեն գնում:

Նոր կարգի համաձայն թարմացված է «Գիտություններ երկրի մասին» տեղեկագրի խմբագրական կոլեգիայի կազմը: Ըստ այդ կարգի կոլեգիայի անդամները միայն 2 անգամ 5-ական տարով կարող են ընտրվել կոլեգիայի կազմում: Այդ սկզբունքով որոշ ընկերներ, որոնք 10 տարուց ավելի են

աշխատում խմբագրական կոլեգիայում, փոխարինվել են այլ ընկերներով։
Սեկցիայի աշխատանքներում զգալի տեղ է զբաղեցրել վերագաս օրգան-
ների առաջարկություններին և սրտշումներին վերաբերող հարցերի քննար-
կումը և համապատասխան միջոցառումների մշակումը։ Մինիստրների խոր-
հրդի կողմից մեզ հանձնարարվել էր առաջարկներ ներկայացնել և որոշ-
ման նախագիծ կազմել երկրաշարժերի կանխագուշակման և սեյսմակա-
յուն շինարարության ուղղությամբ հանրապետությունում տարվող աշխա-
տանքների վիճակի և բարելավման միջոցառումների հարցի մասին, որը
պետք է քննարկվի ամենամոտ ժամանակներում։ Դեռ մի քանի ամիս առաջ
մեր առաջարկները ներկայացվեցին Մինիստրների խորհուրդ։

Քննարկվել են Երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության ինս-
տիտուտի գիտական ու գիտակազմակերպական գործունեության ստուգման
արդյունքները։ Այդ հարցը հետազոտվում քննարկվեց նաև նախագահությու-
նում։

Ինստիտուտում կատարված դրական աշխատանքների կողքին նշվեցին
նաև տեղ գտած թերությունները (անբավարար համագործակցությունը Երկ-
րաբանական գիտությունների ինստիտուտի հետ, տեսական երկրաֆիզիկայի
թույլ զարգացումը և այլն) և նշվեցին աշխատանքների բարելավման ու-
ղիներ։

Վերջերս քննարկվեց Երևան քաղաքի սեյսմիկ միկրոշրջանացման նոր
քարտեզը, որը պետք է նորմատիվ փաստաթուղթ համարվի շինարարական
կազմակերպությունների համար։ Քննարկմանը մասնակցում էին սեյսմա-
շրջանացման և սեյսմակայուն շինարարության գծով համարյա բոլոր մաս-
նագետները, որոնք նշեցին Երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանու-
թյան ինստիտուտի կողմից կազմված քարտեզում (Ս. Ա. Փիրուզյան) եղած
որոշ թերությունները և առաջարկվեց դրանք վերադիտելուց հետո այն հանձ-
նել Պետշինին։

Քննարկվեց Մինիստրների խորհրդի առաջարկությամբ Արարատյան ար-
տեզյան ավազանի ջրերի և լավային ծածկոցների տակ թաղված գետահո-
վիտներով հոսող ջրերի սահմանափակ օգտագործման հարցը (պրոֆ. Ս. Բալ-
յանի առաջարկությունները) և մեր կարծիքը այդ հարցի մասին ուղարկեցինք
Մինիստրների խորհուրդ։ Վերադաս օրգանների կողմից սահմանված կար-
գով տեղի ունեցան դիրեկտորի ընտրությունները։ Ձեռք արդեն հայտնի են
ընտրությունների արդյունքները։ Երկրաբանական գիտությունների ինստի-
տուտի դիրեկտոր ընտրվեց ՀՄՍՀ ԳԱ թղթակից անդամ Ս. Վ. Գրիգորյանը,
իսկ լենինականի Երկրաֆիզիկայի ու ինժեներային սեյսմաբանության ինս-
տիտուտի դիրեկտորի ընտրությունը տեղի կունենա ամենամոտ ժամանակ-
ներում։

Գիտական հետազոտությունների հիմնական արդյունքները

Հաշվետու ժամանակաշրջանում մեր գիտական հաստատություններն ու
գիտաարտադրական կազմակերպությունները զգալի նվաճումներ են ձեռք
բերել հանրապետության ընդերքի ուսումնասիրման ասպարեզում։

Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտում հետազոտություններ են
կատարվել 12 պրոբլեմների (28 թեմա) գծով, որոնք ընդգրկում են հանրա-
պետության ռեգիոնալ երկրաբանության ու ֆիզիկական աշխարհագրության
հիմնական ուղղությունները՝ շերտագրությունն ու տեկտոնիկան, մագմա-
տիզմն ու օգտակար հանածոների տեղաբաշխման օրինաչափությունները,
երկրաքիմիան, ինժեներային երկրաբանությունն ու ջրաերկրաբանությունը,
ֆիզիկական աշխարհագրությունը։

Ինստիտուտը մասնակցել է համամիութենական երկու գիտասուեխնի-
կական և միջազգային երեք գիտական պրոբլեմների մշակմանը, համատեղ
հետազոտություններ է կատարում հանրապետության գիտական ու արտա-
գրական կազմակերպությունների հետ:

Ղեկավար օրգանների հանձնարարությամբ մի շարք եզրակացություն-
ներ են արվել ժողովրդատնտեսական օբյեկտների ինժեներակրաբանական
սլայդանների վերաբերյալ:

Նշենք կատարված աշխատանքներից մի քանիսը:

Կազմվել է հանրապետության հարավային մասի լինեամենտային տեկ-
սոնական քարտեզի մակետը, հրատարակման է նախապատրաստվել Կով-
կասի և հարակից շրջանների սիեզերատեկտոնական քարտեզը:

Օֆիոլիտային ղոնաների ուսումնասիրման շնորհիվ հայտնաբերվել են
հազվագյուտ տարրերի բարձր պարունակությամբ լամպրոիտային սերիայի
հրաբխային ապարներ:

Կազմվել են ՀՍՍՀ տարածքի կավճի ու պալեոգենի նստվածքների տար-
բեր ղոնաների շերտագրական սխեմաներ, շարունակվել են նավթ ու գազ
հայտնաբերելու նպատակով փորվող հորատանցքերից ստացված ապար-
ների քարաբանա-շերտագրական ու բիտումինոլոգիական հետազոտությու-
նները: Սկսվել են Հունգարական ժողովրդական հանրապետության հետ երի-
տասարդ (պլիոցեն-չորրորդական) հրաբխային գոյացումների իզոտոպա-երկ-
րաժամանակագրական հետազոտությունները: Նախնական տվյալներ են
ստացվել Մերձերևանյան շրջանի հրաբխաքարերի տարեգրման վերաբերյալ:

Պարզաբանված են որոշ հանքաքար տեղամասերում օգտակար հանա-
ծոնների առաջացման ու տեղաբաշխման միներալա-երկրաբանական և երկ-
րաբանական ուսումնասիրությունները, կազմվել են կանխա-
դուշակային մետաղագոյացման քարտեզներ (որոշ տեղամասերի համար), ա-
ռանձնացվել են հեռանկարային հատվածները: Կազմվել է Աղստև գետի ա-
վազանի և Հրազդան-Իջևան երկաթգծին հարող տեղամասերի ջրաերկրա-
բանական քարտեզներ:

Ուսումնասիրվել ու դասակարգվել են Հայաստանի կենտրոնական հրա-
բխային բարձրավանդակի ռելիեֆի երկրաձևաբանական տիպերը, կազմը-
վել են Արագած ու Գեղամա դանգվածների խոշոր մասշտաբի երկրաձևա-
բանական քարտեզներ, ավարտվել են ՀՍՍՀ բնական հուշարձանների փաս-
տագրման աշխատանքները:

Ղափանի մետալուրգիական լաբորատորիայում շարունակվել են հետա-
զոտությունները էլեկտրաբիմիական եղանակով սուլֆիդային պղինձ-երկա-
թային անոդների էլեկտրոլիզի ճանապարհով պղինձային փոշու ստացման,
մոլիբդենային հարստանյութերի համալիր վերամշակման ուղղությամբ
կիսաարտադրական փորձարկումները:

Կազմված է Ալավերդու լեռնամետալուրգիական կոմբինատում էլեկ-
տրաբիմիական եղանակով պղինձային փոշու ստացման փորձնական աշ-
խատանքների նախագիծը:

Մշակվել է շրջակա միջավայրի պահպանման, և բնական ռեսուրսների
հաշվենկատ օգտագործման համալիր նպատակային ծրագիր, որում տրված է
էկոլոգիական ու անտրոպոգենային վիճակի բնութագիրը մեր հանրապետու-
թյունում և ուրվագծված է հետագա հետազոտությունների ուղղությունը:

Ինստիտուտը բավարար աշխատանքներ է կատարել տեղում գիտական
նստաշրջանների կազմակերպելու գործում և ակտիվ մասնակցություն է ցու-
յաբերել այլ քաղաքներում տեղի ունեցած գիտաժողովներին: Արժանի է հի-
շատակման ականավոր հայ երկրաբան Վարդան Լուսինիկովի ծննդյան 100-

ամյակին նվիրված ՍՍՀՄ ԳԱ միջգերատեսչական ապարարական կոմիտեի արտագնաց նստաշրջանը Երևանում: Այդ նստաշրջանում մեր ինստիտուտի աշխատողների կողմից լավեցին մի շարք հետաքրքիր, ապարագիտությանը վերաբերվող գեկուցումներ, որոնք կրկին ապացույցեցին, որ գիտության այդ բնագավառում մեր հանրապետությունն առաջավոր դիրքերում է գտնվում:

Կազմակերպվեց նաև Հոկտեմբերյան սոցիալիստական հեղափոխության 70-ամյակին նվիրված նստաշրջան:

Բավական ակտիվ են եղել ինստիտուտի միջազգային գիտական կապերը, մի շարք գիտաշխատողներ այցելել են Գերմանիայի գեմոկրատական հանրապետություն, Չեխոսլովակիա, Հունգարիա և համատեղ հետազոտություններ կատարել:

Չորս արտասահմանյան գիտնականներ այցելել են Հայաստան, և հանդես եկել գիտական գեկուցումներով, պրուցներ են ունեցել մեր գիտաշխատողների հետ և դաշտային հետազոտություններ կատարել:

Գերմանիայի Ֆեդերատիվ Հանրապետությունից եկած, Ինժեներային երկրաբանության միջազգային ընկերության պրեզիդենտ, պրոֆ. Լանգերը հետաքրքիր դրույց ունեցավ մեր բաժանմունքի ընկերների հետ, ինչպես նաև գեկուցում կարդաց երկրաբանության ինստիտուտում: Զրույցի ընթացքում նա արտահայտեց այն կարծիքը, որ ատոմակայանների շահագործումից ստացվող թափոնների թաղումը սեյսմակտիվ վայրերում, որտեղ կան նաև հանգած հրաբուխներ և արտեզյան ջրեր, անթույլատրելի է: Առավել հետաքրքիր էր պրոֆ. Լանգերի հաղորդումը այն մասին, որ իրենց մոտ՝ ԳՖՀ-ում օրենքը արգելում է ատոմային էլեկտրակայանների կառուցումը առանց ռադիոակտիվ թափոնների պահեստարանի նախագծի հաստատմանը: Իսկ մեզ մոտ ատոմակայանը կառուցվում է, շահագործվում է բազում տարիներ, և հետո միայն սկսում են մտածել թափոնների թաղման մասին: Ինստիտուտում եղան նաև Վիեննայի բնագիտական թանգարանի հնեաբանության բաժնի վարիչ, կավճի փորոտանիների հայտնի մասնագետ դոկտոր Հ. Կոլլմանը, ինչպես նաև հունգարացի սլավոպենի ճանաչված գիտնականներ Տ. Կելկեմետին և Հ. Պալֆին: Նրանք ծանոթացան կավճի ու սլավոպենի հավաքածուների հետ և մեր մասնագետների ուղեկցությամբ դաշտային հետազոտություններ կատարեցին:

Նվաճումներ կան կադրերի պատրաստման ասպարեզում, 3 դոկտորական դիսերտացիաներ են պաշտպանել ինստիտուտի աշխատողները, հրատարակվել են 8 մենագրություններ և գիտական ամսագրերում տպագրվել 100-ից ավելի հոդվածներ, հրատարակման են ներկայացվել մի շարք մենագրություններ:

Անբավարար է վիճակը երիտասարդ կադրերի պատրաստման գործում: Թվում է, թե եթե 3 հոգի դոկտորական դիսերտացիաներ են պաշտպանել, ապա առնվազն 10 երիտասարդներ էլ պետք է, որ թեկնածուական դիսերտացիաներ պաշտպանեն: Բայց ես չեմ հիշում, թե վերջին տարիներում ինստիտուտից քանիսն են թեկնածուական դիսերտացիաներ պաշտպանել: Ստացվում է, որ սրակավորվում են միջին ու ավագ սերնդի ներկայացուցիչները, իսկ երիտասարդները (մինչև 30—40 տարեկանները)՝ ոչ:

Կադրերի պատրաստումը իրականացվում է հիմնականում ասպիրանտուրայի միջոցով (տեղական և նպաստակալին), բայց հասկանալի է, թե ինչու ինստիտուտը երբեմն կադրեր է պատրաստում այնպիսի մասնագիտությունների գծով, որը կարող էր իրագործվել մեր այլ ակադեմիական հիմնարկներում (երկրաֆիզիկա, օգտակար հանածոների որոնման ու հետախուզման երկրաֆիզիկական մեթոդներ):

Սրկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության ինստիտուտում հետազոտություններ են կատարվել 4 պրոբլեմների (24 թեմա) գծով: Հաշվետու տարում ինստիտուտի կարևոր գիտական նվաճումներից մեկը տեսական երկրաֆիզիկայի բնագավառում գիտական նոր ուղղության՝ գրավիշափոխության հակադարձ հեռաշափ խնդիրների լուծման մեթոդի ստեղծումն է: Այս մեթոդի հիման վրա կազմված ծրագրերի օգնությամբ կարելի է ավելի ճշգրիտ վերարտադրել միջավայրի երկրաբանա-երկրաֆիզիկական մոդելը: Մեթոդի արդյունավետությունը գործնականորեն արդարացվել է: Տեսական արդյունքները համընդհանուր բնույթ ունեն և դրանք կարելի է տարածել մյուս երկրաֆիզիկական մեթոդների վրա (սեյսմաբանական, էլեկտրամագնիսական և այլն):

Ամփոփվել են հանրապետության ու հարակից շրջանների մետաղային հանքավայրերի երկրաֆիզիկական ուսումնասիրման արդյունքները, հանքավայրերի տարբեր տիպերի համար մշակվել են որոնման ու հետախուզման ռացիոնալ մեթոդներ:

Կազմվել են Երևան քաղաքի և Ծաղկաձոր ավանի սեյսմիկ միկրոշրջանացման քարտեզները, ընդ որում Երևանի սեյսմիկ միկրոշրջանացման քարտեզը քննարկվել է բաժանմունքի ընդլայնված նիստում և ապա միայն հանձնվել Պետշինին: Վերջերս այդ մասին զեկուցում կարդաց Ս. Փիրուզյանը նախագահությունում:

Սեյսմաակտիվ շրջաններում դիտվել են ծանրության ուժի բաբախման բնույթի ինտենսիվ ոչ մակրնթացային փոփոխություններ, որոնք հավանաբար կապված են խորքային բեկվածքներում տեղի ունեցող երկրադինամիկական պրոցեսների հետ: Մշակված է մեթոդիկա, որը հնարավորություն է տալիս գրանցելու երկրաշարժերից առաջ էլեկտրահաղորդականության փոփոխությունները:

Անդրկովկասյան ինստիտուտների և Երկրագնդի ֆիզիկայի ինստիտուտի մասնագետների հետ համատեղ, սեյսմաբանական տվյալների հիման վրա կազմված է Կովկասում 1988—1990 թթ. սպասվող ուժեղ երկրաշարժերի քարտեզը:

Վերլուծելով ֆիզիկական դաշտերի անոմալիաները, ցույց է տրված, որ երկայնակի ալիքների արագությունների փոփոխությունները 150—200 կմ խորություններում, այսինքն մանթիայի (պատյանի) վերին հորիզոններում, նույնքան բարդ ու տարբեր են, որքան երկրակեղևը ստորին շերտերում: Գրավիշափոխական տվյալներով կազմվել է հանրապետության տարածքի կենտրոնական մասի բյուրեղային հիմքի մակերևույթի քարտեզը:

Նոր տվյալներ են ստացվել Գեղարդի և Հացավանի սողանքների կառուցվածքի ու դինամիկայի վերաբերյալ, շարունակվել են հետազոտությունները լանջերի խորքային սողքի տեսության զարգացման բնագավառում: Ճշտվել է Մարմարիկի ջրամբարի տարածքում սպասվող երկրաշարժերի էլակետային սւժ-աստիճանը:

Զգալի նվաճումներ կան ներդրման բնագավառում (սեյսմիկ միկրոշրջանացման քարտեզներ՝ Երևան, Ծաղկաձոր, Մարմարիկի ջրամբարի սեյսմիկ պայմանների գնահատումը, ՀՍՍՀ խորքային բեկվածքների քարտեզը՝ ըստ երկրաֆիզիկական տվյալների, հանքային մարմինների որոնման, հայտնաբերման նոր մեթոդներ, նոր սարք ապարների ու հանքանյութերի ֆիզիկական հատկությունների ուսումնասիրման համար և այլն): Գրական սյուսուասիաններ են ստացվել գյուտարարական շորս հայտերի համար, քննարկման պրոցեսում են 10 հայտեր:

Երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության ինստիտուտը լուրջ նվաճումներ ունի բարձրորակ կադրերի պատրաստման բնագավառում:

Թեկնածուական դիսերտացիաներ են պաշտպանել 5 գիտաշխատողներ (Համալսարանում ստեղծված դիսերտացիաների պաշտպանության խորհրդում մինչև այժմ միայն երկրաֆիզիկոսներն են պաշտպանում) և մեկ ընկեր (Ս. Հովհաննիսյան) դոկտորական, մի քանի ընկերներ էլ դոկտորական դիսերտացիաներ արդեն ներկայացրել են պաշտպանության: Այնպես, որ ամեն ինչ հաջող ընթանալու դեպքում շուտով երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության ինստիտուտում զգալի թվով դոկտորներ կլինեն: Բավականին ակտիվ է եղել ինստիտուտի գիտական կապերը Միության մյուս ինստիտուտների և արտասահմանյան երկրների հետ: Անհնականում հաշվետու տարում հրավիրվել է համամիութենական սեմինար «Երկրի մագնիսական դաշտի նուրբ կառուցվածքը և կայունության մագնիսաշերտադրությունը» թեմայով, որտեղ հետաքրքիր զեկուցումներ են կարդացել նաև մեր երկրաֆիզիկոսները:

Ինստիտուտի աշխատակիցերը մասնակցել են նաև երկրի տարբեր քաղաքներում և արտասահմանում կազմակերպված սեմինարների, խորհրդակցությունների, կոնգրեսների: Ինստիտուտը շարունակել է սերտ գիտական համագործակցությունը Մոսկվայի (ԵՖՍ), Ուկրաինայի, Վրաստանի ու Ադրբեջանի գիտական հաստատությունների հետ: Հրատարակվել է 4 մենագրություն, ևս շորս աշխատություններ տպագրության են հանձնվել, շուրջ 100 հոդվածներ հրատարակվել են գիտական տեղեկագրերում:

Ցավոք սրտի այս տարի շատ քիչ տեղեկություններ ստացանք հանրապետության մյուս, արտակադեմիական գիտական ու արտագրական հաստատություններից ու բուհերից իրենց կատարած աշխատանքների մասին: Չնայած, գիտենք, որ նրանցում նույնպես հետաքրքիր գործեր են արվում, սակայն պաշտոնական տվյալներ չունենալու սխառտով ևս նրանց գործունեությունը չեմ անդրադառնա:

Տվյալներ ունենք միայն ՀՍՍՀ Պետշինի Շինարարության ու ճարտարապետության գիտահետազոտական ինստիտուտից, որը համապատասխան վերադաս օրգանների որոշմամբ գիտամեթոդական տեսակետից ենթակա է նաև մեր ակադեմիային: Բայց տեղին է նշել, որ մենք դեռ սերտ գիտական համագործակցություն չենք ստեղծել այդ ինստիտուտի և ակադեմիայի միջև: Անհրաժեշտ է կազմել համագործակցության պլան և այն քննարկել ու հաստատել ինստիտուտի գիտական խորհրդի ու երկրի մասին գիտությունների սեկցիայի համատեղ նիստում: Այդ մասին խոսել ենք, մտածել, բայց ոեալ քայլեր դեռ չենք կատարել: Ինստիտուտի 1987 թ. թեմատիկ պլանը ընդգրկում է 4 համամիութենական գիտատեխնիկական և մեկ հանրապետական ծրագրեր:

Այդ ծրագրերից անմիջականորեն մեր սեկցիայի հետ առնչվում է Օ.74.03 ծրագիրը, որի բնագավառում հետազոտություններ են տարվում մեր ակադեմիայի ինստիտուտներում և այլ միջգերատեսչային հաստատություններում: Հուրջ արդյունքներ են ստացվել սեյսմակայուն շինարարության տեսական ու գործնական խնդիրների մշակման առարկեղում: Դրուկան որոշումներ են ստացվել 8 գյուտարարական հայտերի համար, ներկայացված է եղել 17-ը: Ինստիտուտի մեկ աշխատանք (5 հեղինակներ) արտոնագրված է Ամերիկայի Միացյալ Նահանգներում և արտոնագրվում է մի շարք այլ արտասահմանյան երկրներում: Ինստիտուտը սերտ գիտական կապեր ունի մի շարք արտասահմանյան երկրների հետ (ԱՄՆ, Բուլղարիա, Հունգարիա և այլն):

Որոշ տեղեկություններ մեզ հաղորդեցին Համալսարանի աշխարհագրական ֆակուլտետից:

Ֆիզիկական աշխարհագրության ամբիոնը հետազոտություններ է կատարել մարդածին գործոնների ազդեցության տակ բնական լանդշաֆտների կրած փոփոխությունների վերաբերյալ Շիրակի ֆիզիկա-աշխարհագրական շրջանում: Նշվում է, որ մարդու տնտեսական գործունեության հետևանքով, հատկապես արոտավայրերի անկանոն օգտագործմամբ նոր սելավային ռելիեֆներ են գոյացել Արագածի, Ջավախքի, Շիրակի և հանրապետության մյուս լեռների ու հրաբխային զանգվածների լանջերին: Այդ կապակցությամբ ուշադրության արժանի առաջարկ է արվում լանջերի հատուկ ուսումնասիրություն կազմակերպելու, որն, իհարկե, շատ կարևոր է բնության սլահայանման և տնտեսական նշանակություն ունեցող հարցերի լուծման համար: Երկրաձևաբանության ու երկրաձևաչափության ամբիոնը պրոֆ. Ս. Պ. Բալյանի ղեկավարությամբ շարունակել է հետազոտությունները հրաբխային շրջաններում լավային ծածկույթների տակ թաղված գեոահոմիտների հայտնաբերման և դրանցով հոսող ջրերի օգտագործման ուղղությամբ: Վերջերս այդ հարցը կառավարության հանձնարարությամբ քննարկվեց մեր բաժանմունքին կից ինժեներային երկրաբանության ու ջրաերկրաբանության պրոբլեմային գիտական խորհուրդում և հավանության արժանացավ:

Պրոբլեմային գիտական խորհուրդների գործունեության մասին

Կոորդինացիոն գիտական խորհուրդները որոշ չափով վերակառուցվել են և ավելի նեղ մասնագիտական բնույթ են կրում, այսինքն, նրանք վերածվել են պրոբլեմային գիտական միավորումների, որոնք կոչված են կոորդինացնելու և որոշելու տվյալ բնագավառում տարվող հետազոտությունները հանրապետությունում:

Մեր սեկցիայի կազմում այժմ գործում են այդ տիպի 4 խորհուրդներ՝ ինժեներային երկրաբանություն ու ջրաերկրաբանություն (երկու սեկցիաներով), սելավային երևույթների դեմ պայքարելու խորհուրդ, սեյսմաբանություն ու ինժեներային սեյսմաբանություն և երկրաշարժերի կանխագուշակման խորհուրդներ:

Բավական ահտիվ է գործում ինժեներային երկրաբանության ու ջրաերկրաբանության խորհուրդը: Խորհուրդը քննարկել և համապատասխան առաջարկություններ է արել այնպիսի կարևոր հարցերի վերաբերյալ, ինչպիսիք են ռադիոակտիվ թափոնների թաղումը, Կապսի ջրամբարի ինժեներաերկրաբանական պայմանները, Կուսակցության կենտրոնական կոմիտե և կառավարությանն են ուղարկվել առաջարկություններ հանրապետության տարածքում ինժեներաերկրաբանական ծառայության վիճակի ու նրա բարելավման մասին: Խորհուրդը քննարկել ու հաստատել է նաև ինժեներային երկրաբանության բնագավառում 1988 թ. տարվող աշխատանքների կոորդինացիոն պլանը:

Սեյսմաբանության ու սեյսմակայուն շինարարության խորհուրդը (Բ. Կ. Կարապետյան) քննարկել ու համաձայնացրել է այդ բնագավառում հանրապետությունում տարվող գիտական հետազոտությունները, խորհրդի 2 անդամներ (Կարապետյան, Խաչյան) եղել են Միացյալ Նահանգներում, աշխատանքային փորձի փոխանակում կատարել համապատասխան գիտական հաստատությունների հետ, գիտական հետազոտություններ են կատարել և հանդես եկել գիտական զեկուցումներով այդ առարկայում մեզ մոտ տարվող աշխատանքների մասին: Խորհրդի անդամները ղգալի օգնություն են տվել նախագծային կազմակերպություններին, գրախոսել սեյսմիկ շրջան-

ներում կառուցվելիք օբյեկտների նախագծերը և համապատասխան առաջարկներ արել:

Շատ կայուն, ակտիվ է գործում սելավային և երևույթների դեմ պայքարելու գիտական խորհուրդը (Վ. Հ. Հովսեփյան), որը մի քանի հետաքրքիր առաջարկություններ է արել հակասելավային պաշտպանական միջոցառումների վերաբերյալ:

Առայժմ չի երևում երկրաշարժերի կանխագուշակման պրոբլեմային գիտխորհրդի գործունեությունը (ներսեսով): Ճիշտ է, պետք է խոստովանել, որ այն վերջերս է կազմակերպվել, ընդամենը մի քանի ամիս է: Գուցե ինչ որ աշխատանքներ կատարվել են, սակայն մենք դեռ չենք տեսնում:

Խորհուրդների անելիքների մասին ևս կանգ կառնեմ զեկուցման վերջում:

Մի քանի խոսք Հայկական աշխարհագրական ընկերության մասին, որը մեր ակադեմիային ենթակա կազմակերպություն է: Ընկերությունը 1987 թ. շարունակել է հանրապետության տարածքի քարանձավների հաշվառման, չափագրման, ուսումնասիրման և քարտեզագրման աշխատանքները: Ուսումնասիրվել ու քարտեզագրվել են բազմաթիվ բնական ու արհեստական անձավներ Քասախի, Ամբերդի, Հրազդանի ու Մարմարիկի կիրճերում, Արագածի, Արայի, Մաղկունյաց ու Բազումի լեռնալանջերին, որոնց մի զգալի մասը հնագիտական ու պատմամշակութային լուրջ հետաքրքրություն են ներկայացնում: Ընկերության ուսումնասիրությունները քարանձավների բնագավառում դրական գնահատականի են արժանացել միութենական ու միջազգային գիտաժողովներում: Ընկերությունը գիտական կոնֆերանսներ է կազմակերպել աշխարհագրական գիտության առջև դրված խնդիրների և նրանց լուծման եղանակների սրոպագանդման նպատակով, դասախոսություններ ու զեկուցումներ են կարդացվել հանրապետության քաղաքներում ու գյուղերում:

Ակադեմիկոսների ու քվթակից անդամների գիտակազմակերպական գործունեության մասին

Մեր սեկցիայի կազմում գտնվող բոլոր ակադեմիկոսներն ու թղթակից անդամներն էլ հաշվետու տարում եռանդուն կերպով շարունակել են իրենց գիտական հետազոտություններն ու կազմակերպական գործունեությունը:

Ակադ. Ա. Տ. Ասլանյան—Մ. Սաթյանի հետ համատեղ հրատարակել է «Օֆիոլիտային գոտիների ձևավորման տեկտոնական պայմանները» մենսուրրոթյունը և տպագրության է հանձնել հոդվածներ գիտական տեղեկագրերում, զեկուցումներ է կարդացել գիտական նստաշրջաններում, հետազոտություններ կատարել (կամերալ և դաշտային) նավթի ու գազի որոնման ուղղությամբ: Հոդված է նախապատրաստել գալիք միջազգային երկրաբանական կոնգրեսին ներկայացնելու համար: Ղեկավարել է ինստիտուտի գիտակազմակերպական գործունեությունը:

Ակադ. Ա. Հ. Գաբրիելյան—Ինստիտուտի աշխատակիցների հետ կազմել է 1:200000 մասշտաբի տեկտոնական քարտեզի լեգենդը և կազմել առաջին բանվորական քարտեզը: Հոդված է ուղարկել գալիք միջազգային երկրաբանական կոնգրեսին, հոդվածներ է հրատարակել գիտական ամսագրերում: Ղեկավարել է երկրի մասին գիտությունների սեկցիայի և տեղեկագրի աշխատանքները:

Թղթակից-անդամ Գ. Ի. Տեր-Ստեփանյան—Ղեկավարել է ինժեներային երկրաբանության ու ջրաերկրաբանության պրոբլեմային գիտական խորհրդի աշխատանքները, հրատարակության է հանձնել «Գեոմեխանիկայի

պրոբլեմները» հողվածների ժողովածուն, շարունակել է հետազոտութունները սողանքների գեոդինամիկայի ասպարեզում:

Թղթակից-անդամ Ա. Բ. Բաղդասարյան—Ղեկավարել է աշխարհագրության բաժնի գիտակազմակերպական գործունեությունը: Հրատարակության է պատրաստել «Սովետական Հայաստանի բնությունը» մենագրությունը և «Սովետական Հայաստանի բնության գունալուսանկարների ալբոմը» աշխատությունը: Մեծ կազմակերպական աշխատանք է տարել գիտական կոնֆերանսներ ու նստաշրջաններ կազմակերպելու բնագավառում:

Թղթակից-անդամ Ի. Լ. Ներսեսով—Շարունակել է գիտակազմակերպական գործունեությունը ՍՍՀՄ ԳԱ Երկրի ֆիզիկայի ինստիտուտում (որպես սեյսմաբանության բաժնի վարիչ, և սեյսմաբանության ու սեյսմակայուն շինարարության պրոբլեմային գիտխորհրդի նախագահի տեղակալ) և Գառնիի դիտակայանի սարքավորումների տեղադրման, մոնտաժման գործում: Կազմակերպական աշխատանքներ է կատարել միջուկային պայթեցումների վերահսկման Սովետա-Ամերիկյան հանձնաժողովի համատեղ աշխատանքներ կազմակերպելու բնագավառում: Գիտական հետազոտությունները կապված են եղել երկրաշարժերի կանխագուշակման նոր մեթոդների մշակման հետ, տպագրության է հանձնել 3 հողվածներ, ղեկավարում է 2 ասպիրանտների և զգալի թվով ստաժյորների:

Թղթակից-անդամ Ռ. Ս. Մովսեսյան—Շարունակվել են նրա ղեկավարությամբ Երևանի պոլիտեխնիկական ինստիտուտի ինժեներային երկրաձևաչափության (գեոդեզիայի) ամբիոնում բարձր ճշտության չափող սարքերի ստեղծման ու նրանց ավտոմատացման ուղղությամբ տարվող աշխատանքները: Գառնիի դիտակայանում տեղադրված է մեր երկրում առաջին մեծ ճշտության հեռաչափային էտալոնային սարք, տարբեր տիպի (էլեկտրոնա-օպտիկական, լուսային և այլն) հեռաչափերի (հորիզոնական և ուղղաձիգ շարժումների չափման սարքերի) ստուգման և կարգավորման համար: Ամբիոնի լաբորատորիաներում և փորձնական գործարանում ստեղծվում են նոր սարքեր երկրակեղևի ուղղաձիգ շարժումների, կառուցվածքի և հիմքի դեֆորմացիայի չափումների ավտոմատացման համար: Խարկովի ավիացիոն գործարանում ներդրված է նոր հիդրոստատիկ սարք, զգալի նվաճում պետք է համարել նոր տիպի ավտոմատացված լուսային հեռաչափերի ստեղծման գծով տարվող հետազոտությունները:

Հնկ. Մովսեսյանը մեզ ներկայացրել է բավական մանրամասն տվյալներ ինժեներային երկրաձևաչափության, երկրակեղևի հորիզոնական և ուղղաձիգ շարժումների ուսումնասիրման համար սարքեր ստեղծելու ծրագիր, որը ևս հնարավորություն չունեմ այստեղ լրիվ ներկայացնելու: Նպատակահարմար կլինի այդ հարցին հատուկ զեկուցում նվիրել բաժանմունքում:

Թղթակից-անդամ Ս. Վ. Գրիգորյան—հրատարակել է «Առաջնային երկրաքիմիական եզրապսակները օգտակար հանածոների հանքավայրերի որոնման ու հետախուզման գործում» մենագրությունը, տպագրության է հանձնել «Շրջակա միջավայրի պահպանության հիմունքները» աշխատությունը: Նրա ղեկավարությամբ կազմվում է Երևան քաղաքի էկոլոգա-երկրաքիմիական քարտեզը, կազմվել է էկոլոգիական հետազոտությունների ծրագիր հանրապետության համար:

Թերութուններ, առաջադրություններ

Ինչ խոսք, մեր աշխատանքներում կան և թերություններ դիտահետազոտական աշխատանքների պլանավորման, նպատակասլաց ուղղման, կազմակերպության պատրաստման, նրանց ճիշտ տեղաբաշխման, գիտական հետա-

դատութիւնները կորուստի են ենթարկուած, լաբորատորիաների ժամանակակից սար-
քավորումներով ապահովման և այլ բնագավառներում:

Մեր երկրում սոցիալ-տնտեսական զարգացման այժմյան փուլում, երբ
առաջնակարգ նշանակութիւն է տրվում դեմոկրատացմանը, հրատարա-
կայնութեանը, վերակառուցմանը (բոլոր բնագավառներում, այդ թվում և դի-
տութեան) մեզանից պահանջվում է նման հաշվետու ժողովներում ավելի
շատ խոսել թերութիւնների մասին, նպատակ ունենալով միջոցառումներ
ձեռնարկելու նրանց վերացման, գիտական հետազոտութիւնների արմա-
տական վերափոխման, նրանց ավելի բարձր մակարդակով կատարելու հա-
մար:

Կանգ առնենք այդ հարցերից մի քանիսի, մեր կարծիքով սուսուկի կա-
րևորների վրա:

Վերադաս օրգանների որոշումների լույսի տակ դիտական հիմնարկ-
ների համար առաջնահերթ հարցերից մեկը դա վերակառուցումն է գիտա-
կան հետազոտութիւններում, ինստիտուտների հետազոտական պլաններում,
նրանց կառուցվածքում: Ինչ շափով ենք մենք իրագործել այդ կարևոր առա-
ջադրանքները:

Հաշվետու տարում վերանայվեցին ինստիտուտների կառուցվածքները և
տեղի ունեցավ նոր ատեստավորում: Սակայն կառուցվածքի վերափոխման
և ատեստավորման պրոցեսում (ես ի նկատի ունեմ Երկրաբանական գի-
տութիւնների ինստիտուտը) սխալներ ու անճշտութիւններ են թույլ տրվել:
Ճիշտ է, պակասել է բաժինների ու լաբորատորիաների թիվը, սակայն նախ-
կին բաժինների և լաբորատորիաների վերակառուցումը, նրանց միավորումը,
առանձին լաբորատորիաների միացումը, կամ նորերի ստեղծումը ոչ միշտ են
բխել գիտութեան շահերից, այլ երբեմն անձնական փոխհարաբերութիւն-
ների արդյունք են հանդիսացել: Ատեստացիայի ժամանակ համարյա հաշ-
վի չի առնվել գիտաշխատողների տարիքի և երիտասարդ կադրերի առաջ
քաշման հարցերը, որոնք այժմ շատ սուր են դրվում վերադաս օրգանների
կողմից: Ատեստացիայի հիմնական նպատակներից մեկի՝ առաջատար գիտ-
աշխատողների աշխատավարձի բարձրացման հարցում ևս չէի ասի, որ այս
սկզբունքը պահպանվել է:

Երիտասարդ կադրերով ինստիտուտը համալրելու հարցը դեռ մնում է
ոչ բավարար շափով լուծված: Չի իրագործվում կառավարութեան կողմից
կայացված որոշումն այն մասին, որ ինստիտուտները տարեկան առնվազն
5%-ով պետք է համալրվեն երիտասարդ կադրերով: Այս հարցում իհարկե
կան նաև օբյեկտիվ դժվարութիւններ, որոնք մեզ բոլորիս հայտնի են, բայց
պետք է ուղիներ գտնել դրանք հաղթահարելու համար:

Ավագ սերնդի, տարիքավոր բաժնի ու լաբորատորիաների վարիչների
փոխարինումը երիտասարդներով մեր լուրջ գրված ամենակարևոր հարցե-
րից մեկն է: Արդեն այսօր նման սերնդափոխման անհրաժեշտութիւնն առ-
կա է:

Այս առիթով կրկին առաջ է գալիս բուհերի շնորհալի և ընդունակ
չրջանավարտներին ինստիտուտներում բնագրկելու հարցը, կապը բուհերի
հետ մոտիկից երիտասարդ կադրերին ծանոթանալու համար և այլ հարցեր:

Ինձ նման շատ մարդիկ վաղուց այն կարծիքին են, որ բուհերը և ա-
կադեմիական գիտական հաստատութիւնները պետք է օրդանապես միա-
վորվեն, ինչպես այդ տեղի ունի բարձր զարգացած կապիտալիստական երկր-
ներում, մեզ մոտ մի այդպիսի օրինակ կա՝ դա Նալոսիբիրսկի համալսա-
րանն է, որը միավորված է ակադեմիայի սիբիրյան բաժանմունքի հետ:
Պա հնարավորութիւն կստեղծի ավելի բարձրորակ կադրերի պատրաստ-

մանր՝ մյուս կողմից Համալսարանի դասախոսական կազմի համար ավելի նպաստավոր պայմաններ կստեղծվեն գիտությունը զբաղվելու: Այս դեպքում կվերանան նաև կոորդինացիայի հարցերը, որոնք ստացված մեծ մասամբ ձևական բնույթ են կրում: Հատկանշական է, որ պրեզիդենտ Գուրի Իվանովիչ Մարչուկը Միութենական սկադեմիայի վերջերս տեղի ունեցած ընդհանուր ժողովում իր գեկուլցման մեջ խոսելով կադրերի պատրաստման ընդհանուր համակարգի և գիտության վերակառուցման հարցերի մասին, արտահայտեց այն միտքը, որ դրանց համագործակցման հիմնական մեթոդներից մեկը, զուցե և ամենակարևորը (ըստ նրա) նրանց միացումն է, իսկ թե ինչ ձևով դա պետք է իրագործվի, ցույց կտա ապագան:

Գիտական հետազոտությունների ավելի նպատակասլաց ուղղման, այժմեական գիտական պրոբլեմների մշակման, պրոբլեմներ, որոնց լուծումը բխում է մեր հանրապետության երկրաբանական կառուցվածքի առանձնահատկություններից և միաժամանակ ժողովրդական տնտեսության հետազոտարգացման պահանջներից, պետք է վերանայել ինստիտուտների թեմատիկ պլանները, և ապա դրան համապատասխան՝ նրանց կառուցվածքը: Ոչ թե պրոբլեմներն ու թեմաները հարմարեցնել գոյություն ունեցող գիտական ստորաբաժանումներին, այլ հակառակը՝ ինստիտուտների կառուցվածքը պետք է համապատասխանի պրոբլեմներին ու թեմատիկային: Իմ կարծիքով սա կլինի գիտական հետազոտությունների իսկական արմատական վերակառուցում: Անհրաժեշտ է նկատի ունենալ, որ եկող տարիներից մեր ինստիտուտները ֆինանսավորվելու են տնտեսաշվարկային ձևով: Այստեղից կբրկին բխում է այն, որ մենք պետք է զբաղվենք այնպիսի գիտական պրոբլեմներով, որոնց բնագավառում կալոդ ենք միության մասշտաբով առաջավոր (կամ առաջավորներից մեկը) լինել, որը ֆինանսավորման հնարավորություն կստեղծի (կիրառական երկրաբանական և դրա հետ կապված մագմատիկական երկրաբանություն և այլն):

Բարձրորակ կադրերի պատրաստման բնագավառում զգալի առաջադիմություն է նկատվում Երկրաֆիզիկայի ու ինժեներային սեյսմաբանության ինստիտուտում. մենք ունենք (վերջին տարիների ընթացքում) առաջին գիտության դոկտորը (Հովհաննիսյան Սևադա), իսկ մի քանի աշխատակիցներ էլ գիտերտադիաներ են ներկայացրել պաշտպանություն:

Դժվարությամբ են կատարվում ասպիրանտուրայի ընդունելության պլանները, համարյա առանց կոնկուրսի. յուրաքանչյուր տեղի համար մեկ դիմում է եղել, այսինքն փաստորեն ընտրություն չի կատարվել:

Տարիներ շարունակ մեզ անհանգստացնում է գիտական հետազոտությունների կոորդինացման հարցը: Հայտնի է, որ սկադեմիայի վրա է դրված հանրապետության մասշտաբով գիտական հետազոտությունների կոորդինացիան: Հատուկ ապարատ է ստեղծված այդ նպատակի համար: Սակայն օբյեկտիվությունը պահանջում է ասել, որ համենայն դեպս մեր գիտության բնագավառում մենք դեռ հեռու ենք լիարժեք, իսկական կոորդինացիայից, չնայած զգալի ջանքեր են գործադրվում, մեծ մասամբ այն ձևական բնույթ է կրում: Այս գործում մեծ դեր ունեն մեր մասնագիտական գիտական խորհուրդները: Նրանք են, որ կոչված են ոչ միայն սրոշելու տվյալ գիտության հետազոտարգացման ուղիները, հիմնական պրոբլեմներն ու թեմաները, այլև մատնանշելու այն գիտական հաստատությունները, որոնք պետք է մասնակցեն այդ պրոբլեմների մշակմանը կամ պրոբլեմների ու թեմաների առանձին մասերի, առանձին բաժինների մշակմանը, ելնելով նրանց կադրային ու նյութատեխնիկական հնարավորություններից: Համատեղ գիտական հաշվետվություններ, նրանց քննարկումը կոորդինացիոն գիտական խորհուրդ-

ներում, համատեղ հետադոտություններ, այսպիսին պիտի լինի իսկական կոորդինացիան: Սրկրի մասին պիտությունների սեկցիայում մենք առաջիկա ունենք 4 պրոբլեմային խորհուրդներ՝ ինժեներային երկրաբանության ու ջրաերկրաբանության, սեյսմաբանության և սեյսմակայուն շինարարության, սելավային երևույթների դեմ պայքարելու և երկրաշարժերի կանխագուշակման խորհուրդները: Ընդհանրապես այդ խորհուրդները վատ չեն աշխատում, ինչ որ գործեր անում են, սակայն, կրկնում են այդ մեզ դեռ չի բավարարում:

Միջավայրի, բնության պահպանման հարցերը, որոնք այժմ ամբողջ աշխարհում ուշադրության կենտրոնում են գտնվում, Հայաստանի նման խիտ բնակեցված ու փոքր տարածք պահպանող, խիստ սահմանափակ պիտանի հողատարածքների և ջրի սակավության պայմաններում, առավել կարևոր նշանակություն են ստանում:

Սողանքների, փլվածքների, և այլ քայքայիչ երկրաբանական պրոցեսների դեմ պայքարելու գիտականորեն հիմնավորված մեթոդների մշակումը, դրանց վերահսկումը, մեր գիտական հիմնարկների սուաջնահերթ հարցերից մեկը պետք է լինի: Ինժեներային երկրաբանության ու ջրաերկրաբանության գիտական խորհուրդը պետք է հսկի հանրապետությունում այդ բնագավառում տարվող աշխատանքները:

Բոլորն էլ գիտեն, որ ջրի պրոբլեմը Հայաստանի համար ամենանեղ տեղերից մեկն է: Զուրը մեզ մոտ խիստ պակաս է, հավանաբար Միության մեջ մենք ջրով ապահովված լինելու տեսակետից ամենահետին տեղերից մեկն ենք գրավում: Մոտ 800 քաղցրահամ ջրերի և մոտ 700 հանքային ջրերի աղբյուրներ են հայտնաբերված: Բայց մենք ջրի պակաս ունենք: Ես ամբողջ հանրապետության մասշտաբով տվյալներ չունեմ, բայց նրան քաղաքի համար կարող են վստահորեն ասել, որ ջրի պակասը ջրատար սիստեմի անսարքության, բնակչության կուլտուրայի պակասության, անխիղճ, անտարբեր վերաբերմունքի հետևանք է:

Քաղաքի յուրաքանչյուր բնակիչ օրական ստանում է 450—500 լիտր ջուր, որը խնամքով օգտագործելու պայմաններում լիովին կարող է բավարարել 1,5 մլն. բնակիչ ունեցող քաղաքին: Իմ կարծիքով համարյա բացառված են քաղցրահամ ջրերի նոր պաշարների (աղբյուրների) հայտնաբերումը:

Այդ առումով ուշադրության են արժանի պրոֆ. Ս. Պ. Բալյանի հետազոտությունները լավային ծածկույթի տակ թաղված դետահովիտների հայտնաբերման և դրանցով հոսող ջրերի երկրի մակերես դուրս բերելու և օգտագործելու ուղղությամբ: Այդ հետազոտությունների արդյունքները այսօր արդեն առկա են (պալեոբանական), իսկ այդ ջրերի Արարատյան դաշտավայրի լանջերում, ավելի բարձր հիպսոմետրիկ նիշերում դուրս բերելը կնպաստի նաև Արարատյան արտեզյան ավազանի գրունտային ջրերի մակարդակի իջեցմանը, և դրանից բխող այլ հարցերի լուծմանը (ճահճների չորացում, և այլն):

Երկրաբանության ինստիտուտի ջրաերկրաբանության բաժինը պետք է ակտիվ մասնակցություն ունենա այս գործում: Բավական ծանր վիճակում է գտնվում Արարատյան արտեզյան ավազանը՝ ջրերի անխնա, անպլանային օգտագործումը (ավելի քան 2000 հորատանցքեր), հողերի ճահճացումը և այլն: Վերջին տասնամյակներում այդ ուղղությամբ (ճահճացած հողերի շորացման) տարվող աշխատանքները լրիվ շարդարացրին մեր սպասելիքները: Արարատյան արտեզյան ավազանի ջրային ռեսուրսների ռացիոնալ օգտագործումը մեզ համար համազգային պրոբլեմ է, որովհետև մենք ջրի ուրիշ նման մեծ շտեմարան չունենք, այս պրոբլեմի լուծմանը մեր ակադեմիան իհարկե, պետք է մեծ ակտիվություն հանդես բերի:

Պետք է լրջորեն զբաղվել Ղափանի մետալուրգիական լաբորատորիայի հարցով: Ցավոք սրտի լաբորատորիայի հետաքրքիր առաջարկները անթափոն արտադրության կազմակերպման ուղղությամբ, որը հավանության է արժանացել վերադաս գիտական հաստատությունների կողմից դեռ չեն սկսել ներդրվել:

Մոդա է դարձել խոսելը բնության պահպանման մասին, այն մասին, որ Սրևան քաղաքը օդի մաքրության տեսակետից մեր երկրի ամենակեղտոտ քաղաքներից մեկն է, իսկ ըստ որոշ հավաստի աղբյուրների՝ ամենակեղտոտն է: Քաղաքում կան կազմակերպություններ, որոնք այս հարցերով զբաղվում են, բայց դա մեզ չի բավարարում, անհրաժեշտ են կոմպլեքս հետազոտություններ: Փամանակն է ստեղծելու մի գիտական օջախ, որի կազմում պետք է ներգրավված լինեն աշխարհագրագետներ, երկրաբաններ, բուսաբաններ, հողագետներ, ֆիզիկոսներ և այլ մասնագիտությունների ներկայացուցիչներ:

Դեմոկրատացման ու հրապարակայնության հարցերն իրենց արձագանքներն են գտել մեր ամսագրում: «Գիտություններ երկրի մասին» տեղեկագրում գործում է «Քննադատություն և բանավեճ» բաժինը, գրախոսվում են վերջին տարիներում հրատարակված մենագրությունները: Այս առիթով ես կրկին ուզում եմ անդրադառնալ մի հարցի, որի մասին տարիներ շարունակ խոսել ենք: Իա մեր գիտական տեղամիտարանության հարցն է, խոսքը վերաբերում է Հայաստանի երկրաբանությանը վերաբերող տեղամիտներին: Միևնույն տարրերին տարբեր երկրաբաններ տարբեր անուններ են տալիս, երբեմն չի հասկացվում, թե ինչի մասին է խոսքը (Փամբակ-Չանգեզուրի, Միսխանա-Չանգեզուրի, Հանքավան-Չանգեզուրի, ինչը որ նույնն է, Ղափանի մոնոկլինալ, Ղափանի անտիկլինորիում և այլն): Միթե մեր երկրաբանները, մոնոկլինալ և անտիկլինալ տեղամիտները միմյանցից չեն տարբերում:

Մի քանի տարի առաջ մենք ձեռնամուխ եղանք մի շնորհալի գործի՝ ջանկացանք կազմել փոքր մասշտաբի (միլիոնանոց, կեսմիլիոնանոց) նոր երկրաբանական և տեկտոնական քարտեզներ, որոնց կարիքը բոլորն էլ զգում են, ոչ միայն երկրաբաններն ու երկրաֆիզիկոսները, ինստիտուտները, այլև հարակից մասնագիտությունների ներկայացուցիչները (աշխարհագրագետները և ուրիշներ): Եվ մենք մտադիր էինք այդ առթիվ միասնական տեղամիտներ ստեղծել: Այդ նպատակով հսնձնաժողով ստեղծվեց, սակայն այդ աշխատանքները ցավոք սրտի չավարտվեցին: Այժմ դրա կարիքը շատ մեծ է, որովհետև մեր հրատարակած փոքր մասշտաբի քարտեզները խիստ հնացել են և չեն համապատասխանում մեր գիտելիքների այժմյան մակարդակին: Ես կարծում եմ, որ պետք է վերադառնալ այս հարցին: Նույնը վերաբերվում է նաև մետաղագոյացման և մյուս մասնագիտացված երկրաբանական քարտեզներին:

Իհարկե, խոսքը վերաբերվում է փոքր մասշտաբի քարտեզներին, որոնք ոգտագործվում են բազմաթիվ մասնագետների կողմից: Միջին և խոշոր մասշտաբի քարտեզների կազմումը՝ դա իհարկե երկրաբանական վարչության դործն է:

A. H. GABRIELIAN

THE GENERAL RESULTS OF SCIENTIFIC-RESEARCH WORKS
IN THE FIELD OF EARTH SCIENCES DURING 1987

A b s t r a c t

The main achievements of Earth sciences in the field of theoretical and practical geology are brought in this report, which was delivered in a session of the Armenian SSR Academy of sciences Geological section of the Chemical and geological department in May, 1988.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, 1988, XL1, № 4, 21—30.

УДК: 552.3:551.24.053 (479)

Г. А. ТУМАНЯН

О ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ПРИРОДЕ ГРАНИТОИДОВ
СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ МЕГАНТИКЛИНОРИЯ
МАЛОГО КАВКАЗА

На основе анализа фаций, формаций и их мощностей выделены конседиментационные антиклинальные и синклинальные структуры с соответственно относительно сокращенными и увеличенными мощностями, ограниченные разломами глубокого заложения. Указанные дифференцированные конседиментационные тектонические подвижки и процессы формирования интрузии гранитоидов тесно взаимосвязаны. Выделяются конседиментационные (келловей, турон—нижний сенон, эоцен) относительно крупные пластообразные интрузии и формации малых интрузивов, характеризующие орогенные стадии (кимеридж-неоком, даний—палеоцен, олигоцен-миоцен) развития области.

Вопросы взаимосвязи тектоники и магматизма, то есть пространственных и генетических соотношений осадконакопления, деформации, интрузивного и эффузивного магматизма имеют принципиальное значение для всех современных тектонических концепций, но до сих пор остаются в значительной мере дискуссионными. Одни исследователи [11, 12] связывают процессы мезозойско-кайнозойского гранитообразования с позднеорогенной (позднепалеогеновой), а другие [1, 2, 3, 5, 6, 8]—с предкелловейской, нижнемеловой, предверхнеэоценовой относительно кратковременными фазами и позднепалеогеновым этапом складчатости. В последние десятилетия приводятся данные о комагматичности среднеюрских и юра-нижнемеловых [8, 10] вулканогенных и плутонических образований Сомхето-Карабахской зоны. По мере детализации исследований выявляются все новые поколения гранитоидов, которые практически охватывают всю историю развития подвижных поясов (геосинклинальных систем), то есть указанные процессы являются длительными, соизмеримыми с процессами осадконакопления и образования вулканогенных толщ [7, 16, 18]. Результаты среднемасштабных профильных геолого-геофизических исследований и крупномасштабного геологического картирования территории Армянской ССР, позволившие автору получить новые данные по обсуждаемой проблеме, излагаются в предлагаемой статье.

Геологическое положение интрузивных массивов

На северо-западе территории Армянской ССР поперек Сомхето-Карабахского (Вирайюц-Арцахской) мезозойского антиклинория (палеоостроводужного пояса) и Севано-Ширакского эоценового сложно-

го синклинория (по-видимому, палеоорогенического пояса) общекавказского СЗ—ЮВ простирания прослеживается тектонический блок антикавказского (СВ—ЮЗ) простирания, разграниченный отчетливо выраженными на космических изображениях геофизическими полями и прослеженными на отдельных участках полевыми наблюдениями Арагац-Меградзор-Бердской и Талин-Спитак-Лалварской системами разломов глубокого заложения [17]. В пределах отмеченного блока размещены почти все гранитоидные интрузии северо-западной части Армянской ССР, и в целом указанная антикавказская полоса также характеризуется резко выраженными изменчивыми и относительно увеличенными мощностями образований мезозоя и эоцена. В вышеуказанных краевых частях Вирайиц-Арцахской и Севано-Ширакской структур, то есть северо-западнее и юго-восточнее от указанного антикавказского блока образование мезозоя и эоцена представлены сравнительно сокращенными мощностями и в приразломных зонах сопровождаются породами офиолитовой ассоциации (Севано-Акеринская и Базум-Амасийская) и доальпийского гранитно-метаморфического субстрата (Локский, Асричайский, Ахумский).

В региональном плане и внутри вышеотмеченного антикавказского тектонического блока как закономерность наблюдается пространственная взаимосвязь между площадями развития сравнительно мощных вулканогенных, осадочных толщ и гранитоидных интрузий.

Севано-Ширакский синклинорий представлен двумя сложными синклиналями (Памбакской и Красносельско-Лорийской) и разделяющей их антиклиналью (Базум-Халабской). На северо-востоке выделяются кулисно расположенные и разделенные поперечными поднятиями Красносельская, Дилижанская и Лорийская синклинали. Лорийская синклиналь (рис. 1, 1б) относительно сильно прогнута и характеризуется развитием увеличенных мощностей вулканогенных образований среднего и кисщелочного составов, а также осадочных свит верхнего эоцена (рис. 1; разр. А). Эта структура ограничена разломами с северо-востока—Дзорагетским и Марцигетским, а с юго-запада—Айкадзор-Арманисским. В результате сближения разломов в районе с. Арманис вблизи Арарат-Лалварской серии антикавказских разломов синклиналь суживается и, по-видимому, под неоген-четвертичными образованиями замыкается (рис. 1). Примерно параллельно Лорийской синклинали прослеживается Базумская сложная антиклиналь (рис. 1, 1а), маркированная серией многофазных крупных дайкообразных интрузий гранитоидов (диориты, кварцевые диориты, монцодиориты, гранодиориты, гранит-порфиры, гранодиорит-порфиры и др.), которые также выклиниваются приблизительно на участках замыкания рассматриваемой синклинали. На этих участках (у села Маргаовит и Пушкинского перевала) в поперечном Базумской антиклинали направлении прослеживаются серии даек, а также небольшие разрывы и зоны складчатых деформаций, по-видимому, развивающиеся над скрытой под образованиями эоцена зоной разлома. Она на гравитационном поле фиксируется как ступень с перепадом поверхности фундамента от 0 до 4 км [1].

Отмеченная юго-восточная часть Базумской шовной зоны характеризуется линейной складчатостью и широким развитием гранитоидных интрузий, среднекислых субвулканических тел и гидротермально-метасоматически измененных, преимущественно сильно окварцованных образований среднего эоцена, а северо-западная—широким развитием ультраосновных пород, слабо метаморфизованных верхнеюрских (?)—нижнемеловых (?) образований и верхнемеловой известняковой свиты, слагающих сильно сжатые и опрокинутые изоклиналильные складки (рис. 1, 2; разр. Б). Аналогичная пространственная связь с сильно прогнутыми участками и проявлениями гранитоидов наблюдается также в Дилижанской и Красносельской синклиналях. Здесь небольшие интрузии гранитоидов приурочены к флексурным зонам, развиваю-

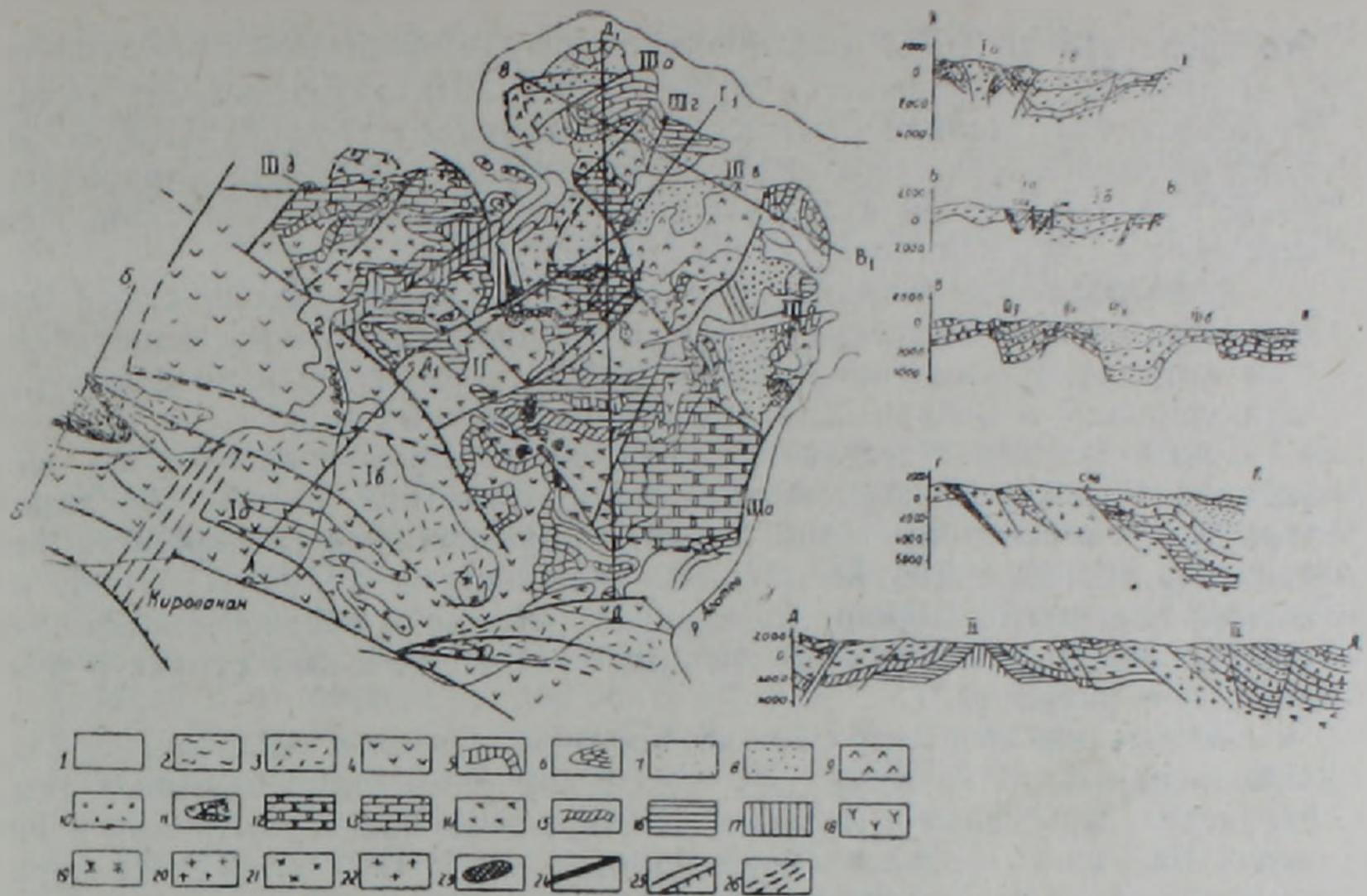


Рис. 1. Геологическая карта междуречья Дебед и Агстев (схематизированная). 1. Верхнеплиоценовые основания лавы и четвертичные делювиально-пролювиальные отложения. 2. Верхний олигоцен-миоцен. Песчано-глинистые отложения. 3. Верхний эоцен-нижний олигоцен. Терригенные и среднекислые вулканогенные образования. 4. Средний эоцен. Терригенно-вулканогенные и среднего состава вулканогенные образования. 5. Нижний-средний эоцен. Терригенный и терригенно-вулканогенный флиш, нуммулитовые известняки, конгломераты. 6. Верхний сенон. Известняки, мергели, глины. 7. Верхний сантон. Известняки, песчаники, туфы, туффиты. 8. Верхний коньяк-нижний сантон. Песчаники, туфопесчаники, конгломераты, известняки, туфы. 9. Верхний турон-нижний коньяк. Туфопесчаники, туфоконгломераты, песчаники, известняки. 10. Сенومان. Песчаники, известняки, конгломераты, вулканиты среднего состава. 11. Верхняя юра (?)—нижний мел. Метаморфизованные известково-кремнистые породы, вулканиты, аргиллиты, углистые сланцы. 12. Оксфорд-титон. Известняки (доломитизированные), песчаники, туфопесчаники, туфоконгломераты. 13. Келловей. Песчаники, конгломераты, известняки, туфы, глинистые сланцы. 14. Бат. Терригенные и среднего состава вулканогенные образования. 15. Верхний байос-нижний бат. Терригенные флиши с прослоями углистых сланцев. 16. Верхний аален-нижний байос (?). Зеленокаменно-измененные вулканогенно-обломочные образования среднего состава, спилиты, диабазы, аргиллиты, глины. 17. Нижняя юра (?). Зеленокаменно-измененные толентовые базальты, диабазы, спилиты, тефронды. 18. Субвулканические андезиты. 19. Спениты, граноспениты, олигоцен-миоценовые. 20. Кварцевые диориты, кварцевые монцодиориты, гранодиориты, эоценовые. 21. Граниты, гранофиры, гранодиориты, диориты, габбро, даний-палеоценовые. 22. Кварцевые диориты, реже, гранодиориты. Турон-нижнесенонские. 23. Диориты, габбро-диориты, габбро-диабазы, плагнограниты, андезиты, нижнемеловые. 24. Породы офиолитовой ассоциации. 25. Разломы: межзональные (а), внутризональные (б). 26. Зоны повышенной трещиноватости, развития разрывов и даек.

щихся на крыльях указанных конседиментационных синклиналей, осложненных позднепалеоген-миоценовыми тектоническими подвижками, заполненных соответственно олигоцен-миоценовыми и среднеэоценовыми терригенными и вулканогенными образованиями. Наблюдается пространственная и, по-видимому, генетическая связь между масштабами проявления гранитного магматизма и мощностью отмеченных терригенных и вулканогенных образований, то есть степенью прогиба названных синклиналей.

Отмеченная взаимосвязь отчетливо наблюдается в Сомхето-Карабахской зоне, особенно в пределах Алавердского антиклинория (рис. 1; II). Антиклинорий находится на стыке Куринской и Севано-Ширакской зон (рис. 1; I, III), которые резко отличаются по геологическому строению, вследствие чего он имеет асимметричное строение, а крылья

его представляют собой различные структурно-формационные подзоны. Это различие фиксируется также в тех антикавказских структурах (Агстевская и Лалвар-Банушская синклинали) (рис. 1; III а, III д), которые прослеживаются вкрест простирания Сомхето-Карабахской зоны, разделяя ее на кулисообразно расположенные Локский, Алавердский и Шамшадинский антиклинории.

Алавердский антиклинорий является крупным тектоническим блоком, ограниченным системами разломов, проходящими по вышеуказанным антикавказским синклиналям (рис. 1; IIIа, IIIд) и по флексурам Прикуринской и Севано-Ширакской синклинорийных зон.

Ряды формаций верхнеюрско-мелового структурного яруса юго-западного крыла Алавердского антиклинория (рис. 1; разр. Д) характеризуются в основном терригенными образованиями (алевролиты, песчаники), сравнительно небольшими мощностями (1500—1700 м), пологими падениями, хорошо выраженной мелкой и средней слоистостью пород, слабым развитием поперечных (антикавказских) структур и явлений магматизма.

Для рядов формаций северо-восточного крыла Алавердского антиклинория (рис. 1, разр. Д), вследствие развития поперечных гемиструктур (Айрумская и Воскепар-Шаваршаванская антиклинали и разделяющая их Гугаркская синклиналь) (рис. 1; IIIб, IIIв, IIIг.) характерны частые изменения фаций и формаций по латерали, резкие частые изменения и значительные увеличения мощностей (1900—6500 м) (рис. 1; разр. В, Г) [15, 16]. При этом подавляющее большинство выходов гранитоидов отмечено как раз на северо-восточном крыле антиклинория. Они приурочены к Гугаркской поперечной гемисинклинали, характеризующейся терригенными и терригенно-карбонатными флишoidalными, реже терригенно-вулканогенными формациями верхней юры и мела, представленными увеличенными мощностями (до 6500 м). Отмеченная гемисинклиналь отделена от соседних структур сбросами, по которым амплитуды смещения в отложениях сеномана и турона исчисляются примерно в 1500 м, в северо-восточном направлении они постепенно уменьшаются, и в районе развития верхнесенонской известняковой свиты разлом затухает. Это явление сопровождается довольно быстрым сокращением мощностей (примерно, в 1,5 раза) отложений сеномана, турона, коньяка и сантона соседних поперечных гемиантиклиналей (Айрумская и Воскепар-Шаваршаванская) по сравнению с Гугаркской гемисинклиналью (рис. 1; разр. В), то есть амплитуда смещения по-разному компенсируется разницей мощностей, указанных доверхнесенонских образований [15].

Изменение фаций и мощностей верхнего мела (без верхнего сенона) и верхней юры Гугаркской поперечной гемисинклинали наблюдается также в сторону присводовой части Алавердского антиклинория (рис. 1; разр. Г). Происходит сокращение мощностей и огрубление терригенного материала, выклинивание отдельных горизонтов, смена фаций отложений верхней юры и мела на прибрежные, часто грубообломочные образования, наблюдаются следы внутриформационных трансгрессий и регрессий. Указанные изменения литофаций отражают многостадийно развивающуюся границу Алавердского поднятия и Прикуринского верхнеюрско-мелового прогиба, которая от келловоя до нижнего сантона перемещалась в сторону Прикуринского синклинория. Наиболее отчетливо она наблюдается в Гугаркской антикавказской гемисинклинали. Эта миграция фиксируется сериями полудугообразных разломов (рис. 1), повторяющими форму юго-западной замыкающей части указанной структуры и развивающимися на местах флексурных изгибов. Последние на стыках вышеуказанных, отграничивающих Гугаркскую гемисинклиналь, антикавказских разломов образуют мощную зону раздробленных пород мозаично-мелкоблокового строения, где сконцентрированы почти все интрузивные образования междуречья Дебед и Агстев. Здесь перемещение границы Прикуринского прогиба

и Алавердского поднятия сопровождалось постепенным появлением все более молодых интрузивных комплексов. Это верхнеюрско-нижнемеловые плагиограниты, диориты, габбро-диориты, габбро, габбро-диабазы и др; сеноман-нижнесенонские кварцевые диориты, гранодиориты, гранодиорит-порфиры, диориты, аплиты и даний-палеоценовые граниты, плагиограниты, гранодиорит-порфиры, кварцевые диориты, диорит-порфириты, габбро-диориты, габбро-диабазы, диабазы [14].

Возраст интрузий

Комплекс верхнеюрско-нижнемеловых интрузивов широко развит в присводовой и примыкающей к ней части северо-восточного крыла Алавердского антиклинория, а сеноман-нижнесенонский интрузивный комплекс (Кохб-Шнохский массив) — на северо-восточном крыле указанного антиклинория, в юго-западной замыкающей части Гугаркской гемисинклинали. Кохб-Шнохский массив находится в тектоническом контакте с отложениями верхнего мела Кохб-Ноемберянского участка (рис. 1, 3), причем в указанной приконтактовой части интрузий, в отличие от соседних районов, отчетливо наблюдается резкое сокращение мощностей отложений нижнего сенона и трансгрессивное залегание образований верхнего коньяка на сложенных нижнего коньяка, турона, сеномана и гидротермально измененных, раздробленных, пронизанных разломами породах верхней (?) юры. Отложения верхнего коньяка и нижнего сантона представлены терригенными образованиями с многочисленными горизонтами и линзовидными включениями конгломератов, на отдельных участках почти целиком сложенными гальками пород, являющимися аналогом краевых разновидностей Кохб-Шнохского массива [16]. Образование указанных возрастов характерно для прибрежно-морского бассейна с крутыми обрывистыми краями [13], которые длительно синхронно с осадконакоплением развивающегося разлома [1] находятся в тектоническом контакте с Кохб-Шнохским массивом (рис. 2). В северо-восточном направлении отложения верхнего коньяка и нижнего сантона общей мощностью до 200 м фациально замещаются терригенно-карбонатными образованиями флишoidalного характера и происходит значительное увеличение мощности (до 2200 м) (рис. 1; разр. Г).

Эти внутриформационные конгломераты имеют сугубо локальное распространение, представлены несколькими выходами, расположенными на разных уровнях верхнеконьяк-нижнесантонской свиты, имеют линзовидную или банкообразную формы залегания мощностью 2—3 м, иногда 4—5 м. Конгломераты прослеживаются по простиранию на 5—10 м, реже 20—25 м, далее выклиниваются и преимущественно обнажаются вдоль небольших разломов, развивающихся сингенетично с осадконакоплением. В описываемых конгломератах нет следов сортировки терригенного материала. Литофации, перекрывающие и подстилающие конгломераты, почти не отличаются друг от друга. Поэтому конгломераты нельзя считать базальными. Поскольку в описываемых конгломератах наблюдаются следы перекристаллизации и избирательного метасоматоза [16], они не могут быть критериями для определения возраста Кохб-Шнохского интрузивного массива в целом. Скорее можно предполагать, что эти внутриформационные конгломераты образовались во время формирования Кохб-Шнохской интрузии, то есть в процессе геоантиклинального воздымания и размывания пород ранней (нижнемеловой) и возможно апикальной части сеноман-нижнеконьякской фаз внедрения указанного интрузивного массива.

Все вышеприведенные данные в совокупности свидетельствуют, что поднятие юго-западной части Гугаркской антикавказской гемисинклинали на фоне общего Алавердского геоантиклинального воздымания и интенсивное прогибание северо-восточной части указанной структуры в верхнемеловое время на фоне общего погружения Прикури-

ской зоны, а также явление гранитоидного магматизма (Кохб-Шнохский массив) пространственно и, по всей вероятности, генетически тесно взаимосвязаны. При этом отмеченные выше части названной геми-

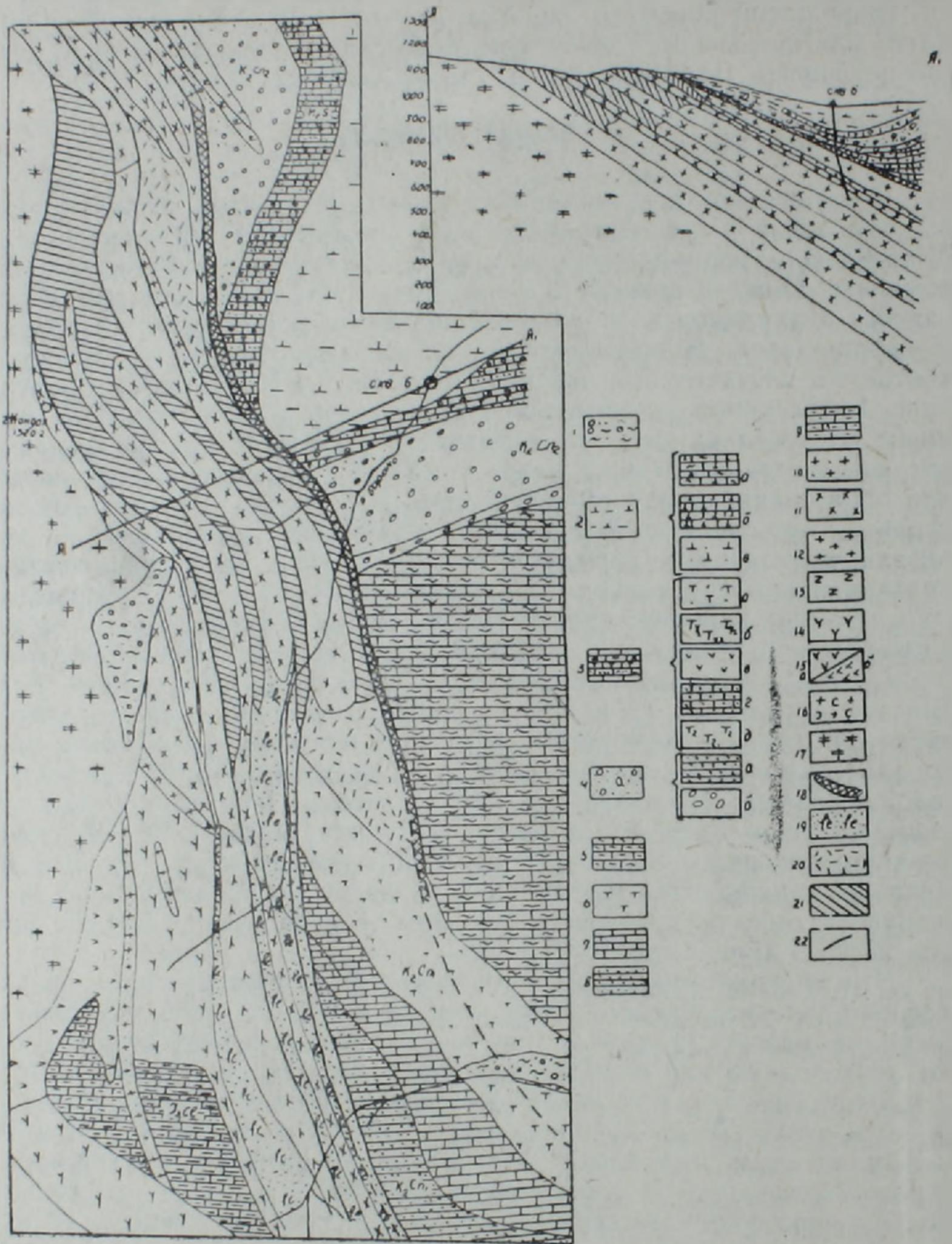


Рис. 2. Геологическая карта участка Ноемберян (СВ контакта Кохб-Шнохской интрузии). 1. Четвертичные речные отложения. 2. Верхний сантон. Бентонитизированные (а) и сравнительно свежие (б) известковые туффиты и туфы, туфогенные песчаники (в). 3. Нижний сантон. Ритмично чередующиеся слои туфопесчаников (а), андезито-дацитовых туфов (б), андезитовых порфиритов (в), органогенных известняков (г) и дацитовых туфов (д). 5—8. Нижний коньяк. 5. Измененные глинистые органогенные известняки, местами по трещинам развивается серпентин. 6. Туфопесчаники и песчаники. 7. Пелитоморфные глинистые известняки. 8. Песчаники, конгломераты. 9. Келловей. Песчанистые известняки с перемежающимися слоями фельзитовых туфов. 10. Гранодиорит-порфиры. 11. Граниты. 12. Кварцевые диориты и диорит-порфиры. 13. Дацитовые порфиры. 14. Андезитовые порфириты. 15. Диорит-порфириты (а) и диориты (б). 16. Чередующиеся дайки андезитов и диорит-порфиритов. 17. Средне- и крупнокристаллические кварцевые диориты, реже гранодиориты (Кохб-Шнохский массив). 18. Нацело метаморфизованные кварц-слюдистые сланцы. 19. Гидротермально измененные, сильно ожелезненные породы с пластами магнетит-гематитовых руд. 20. Сильно раздробленные и гидротермально измененные породы. 21. Кварциты (андалузиты). 22. Разломы. 23. Скв. 6—буровые скважины.

синклинали слагают отдельные тектонические блоки, представленные соответственно средне-верхнеюрскими и верхнемеловыми образованиями и характеризуются длительным и почти непрерывным в сеноман-нижнесантонское время развитием разнонаправленных тектонических подвижек с суммарной амплитудой 1,5—2 км. Они были наиболее интенсивны в сеноман-нижнеконьякское время и значительно слабее в верхнеконьяк-нижнесантонское время. С первой стадией, вероятно, связано образование кварцевых диоритов, а со второй—гранодиоритов, гранодиорит-порфиров, плагиогранитов, гранофилов и гранитов Кохб-Шнохского массива. Последние представлены небольшими телами, прорывающими кварцевые диориты. Этими разнонаправленными или однонаправленными разноскоростными подвижками по разлому глубокого заложения объясняется также наличие кварц-слюдистых сланцев, амфиболитов и следов серпентинитов (до 2—3 мм) в зонах разрывов указанного участка (рис. 2).

Радиологические определения возрастов отмеченных интрузивных комплексов колеблются от 140—150 до 103—108 млн. лет, реже составляют 72—90 млн. лет [2, 8, 16]. Причем данные определения возрастов геологическими и радиологическими методами интрузивных комплексов (нижнемеловых), распространенных в присводовой части Алавердского антиклинория, в основном совпадают. Однако, расхождение указанных радиологических и геологических данных о возрасте интрузивных комплексов, распространенных на северо-восточном крыле указанного антиклинория, увеличивается с юга (от присводовой части Алавердского антиклинория) на северо-восток (в сторону Прикуринской зоны) по мере вхождения в зону развития интенсивных тектонических движений, усиленных процессов интрузивного магматизма, а также метаморфизма, метасоматизма, гибридитизации, обусловивших большое разнообразие состава пород, нередко в пределах одного и того же тела. Кохб-Шнохский массив прорывает отложения верхней юры (рис. 1.2) и образования вышеуказанного нижнемелового комплекса [16], причем в связи с общим воздыманием области здесь отложения нижнего мела (до верхнего альба) отсутствуют, не отлагались, и названная интрузия, пространственно тесно связанная с Гугаркской поперечной верхнемеловой структурой, дискордантно перекрытой Прикуринской палеоген-неогеновой зоной, без сомнения, образовалась в посленижнемеловое допалеогеновое время, главным образом, в процессе образования турон-нижнеконьякской толщи. Кроме того, данные скважин, пробуренных у с. с. Ноемберян и Кохб (рис. 2), доказывают, что краевые фации кварцевых диоритов Кохб-Шнохского массива прорывают отложения сеномана и ее апофизы внедрены в зоне верхнемелового разлома, а дайки гранитов, плагиогранитов и диоритов прорывают породы указанного массива и верхнеконьяк-нижнесантонской свиты. Эти дайки внедрены в зону разлома, развивающегося на контакте кварцевых диоритов Кохб-Шнохской интрузии и туффит-туфопесчаников верхнего сантона (рис. 2), а дайки щелочных гранитов—в зону послесенонского доэоценового (Баграташенского) антикавказского сдвига [15, 16]. Обнаружены также небольшие интрузивные тела и дайки диорит-порфиров, плагиогранитов, габбро-диоритов и др. в отложениях верхнего коньяка—нижнего сантона, которые вместе с вышеуказанными слагают формацию малых интрузивов. Они приурочены в целом к разломам Гугаркской меловой антикавказской структуры и пространственно развиваются в тесной связи с Кохб-Шнохской интрузией.

Вышеприведенный материал различные исследователи, исходя из представлений о связи гранитоидов с орогенными этапами складчатости, интерпретируют по-разному: либо, учитывая факты прорывания Кохб-Шнохской интрузией верхнемеловых пород, весь вышеприведенный комплекс интрузивов относят к послезоценовому времени [11], либо, акцентируя внимание на наличии разлома между указанной интрузией и отложениями верхнего мела, относят к нижнему мелу [8, 10].

По новейшим представлениям, Ирано-Закавказско-Понтийский вулканический пояс и связанные с ним гранит-гранодиоритовые массивы, характеризующие период закрытия океана Тетис (столкновение плит и островных дуг), формировались в позднем мелу (начиная с турона или сенона) — палеогене [4].

Вышеприведенные данные показывают, что всю описанную серию интрузивных образований можно рассматривать как продукт единого верхнеюрского-мелового тектоно-магматического цикла. Следовательно, время формирования отмеченной формации малых интрузивов, являющейся продуктом завершающей орогенной стадии развития указанного цикла, определяется в пределах от послесенона до эоцена, то есть как даний-палеоцен.

З а к л ю ч е н и е

Сопряженность конседиментационных антиклинальных и синклиналильных структур с соответственно сокращенными и увеличенными мощностями, ограниченных разломами глубокого залегания, объясняется резко выраженными дифференцированными блоковыми подвижками и связанной с ними интрузивной деятельностью.* Формирование интрузий происходит синхронно с осадконакоплением и образованием вулканогенных толщ, причем наблюдается прямая связь между степенью дифференцированного прогибания и масштабами явлений магматизма как вулканогенных, так и интрузивных. Следовательно, с помощью анализа структур, формаций и мощностей можно определить период формирования гранитоидов и выделить вулcano-плутонические ассоциации. При этом указанные неравномерные прогибания, без сомнения, привели к нарушению равновесия земной коры, то есть привели к образованию областей, отличающихся степенью вертикального давления, а, следовательно, и к появлению потока тепла и вещества в сторону меньшего давления (геоантиклинальных зон). С этими процессами, длительно развивающимися параллельно с осадконакоплением при преобладании растягивающих усилий, по-видимому, связано становление магматических очагов крупных гранитоидных интрузий и вулканогенных толщ. С орогенными стадиями, характеризующимися тангенциальными сжатием и поднятием области в предкелловейское, нижнемеловое, даний-палеоценовое и позднпалеоценовое время, связаны формации «малых» интрузивов. Для последних характерно большое разнообразие типов пород, пространственно приуроченных к участкам развития конседиментационного интрузивного магматизма. Они большей частью представлены небольшими интрузиями, а также субвулканическими (субинтрузивными) образованиями, тесно связанными с разрывной тектоникой. По-видимому, они характеризуют заключительную стадию развития конседиментационных структур и вышеотмеченных магматических очагов.

Итак, в Сомхето-Карабахской и Севано-Ширакской зонах выделяются три ряда формаций горных пород, характеризующих разные стадии эволюции территории: 1) терригенные, терригенно-вулканогенные и вулканогенные формации, характеризующие конседиментационные стадии развития структур (келловей, турон-н. сенон, эоцен); 2) карбонатно-вулканогенные и известняковые формации, образованные вследствие стабилизации тектонических движений (уравновешивание дифференцированного прогибания) (оксфорд, верхний сенон); 3) регрессивные вулканогенно-осадочные, рифогенно-карбонатные и песчано-глинистые формации, характеризующие орогенные стадии развития области (кimmerидж-неоком, даний-палеоцен, олигоцен-миоцен).

Для каждой из этих стадий характерен специфический набор интрузивных образований. С первыми стадиями, характеризующимися

* Это явление можно назвать конседиментационной интрузивной деятельностью.

дифференцированными прогибаниями территории, связаны сравнительно крупные пластообразно залегающие интрузии, в основном, гранитоиды. Во вторую стадию, в связи со стабилизацией тектонических движений, ослабевает также или затухает плутоническая деятельность. В третьей стадии формируется формация «малых» интрузивов.

ПО «Армгеология»

Поступила 22.XII.1987.

Հ. Ա. ԽՈՒՄԱՆՅԱՆ

ՓՈՔՐ ԿՈՎԿԱՍԻ ՄԵԳԱՆՏԻԿՎԻՆՈՐԻՈՒՄԻ ՀՅՈՒՍԻՍ-ԱՐԵՎՄՏՅԱՆ ՄԱՍԻ
ԳՐԱՆԻՏՈՒԳՆԵՐԻ ՏԵԿՏՈՆԱԿԱՆ ԲՆՈՒՅԹԻ ՄԱՍԻՆ
Ա մ փ ո փ ու մ

Մագմատիկ առաջացումների և տեկտոնական շարժումների փոխադարձ կապի խնդիրը հանդիսանում է այժմյան տեկտոնական պատկերացումների վիճելի հարցերից մեկը: Գրանիտոիդային ինտրուզիաների առաջացման վերաբերյալ հիմնականում կան երեք տեսակետներ: Դրանք առաջացել են՝ 1) հետ պալեոգենյան լեռնակազմական ժամանակաշրջանում, 2) միջին և վերին յուրայի, վերին յուրայի, միջին և վերին էոգենի անցման և հետպալեոգենյան լեռնակազմական ժամանակաշրջանում, 3) նրանք սերտորեն կապված են ոչ թե լեռնակազմական, այլ հրաբխածին և նստվածքային հաստվածքների առաջացման պրոցեսների հետ:

Այս հարցի վերաբերյալ ստացվել են նոր տվյալներ, որոնք համառոտակիորրեն շարադրված են էերկայացված հոդվածում:

Վիրահայոց-Արցախի (Սոմխեթ-Ղարաբաղի) և Սևանա-Շիրակի հյուսիս-արևմտյան տարածման տեկտոնական գոտիներին լայնակի ուղղությամբ հատելով, տիեզերանկարների և երկրաֆիզիկական դաշտերի վրա առանձնացվում է հյուսիս-արևելյան տարածման մի տեկտոնական բեկոր, որը նաև, ըստ առանձին հատվածներում երկրաբանական դիտարկումների տրվյալների, սահմանազատվում է Արագած-Մեղրաձոր-Բերդ և Խալին-Սպիտակ-Լավար խզումնային խախտումների համակարգերով:

Այս տեկտոնական բեկորի սահմաններում են տարածված ՀՍՍՀ հյուսիս-արևմտյան մասի համարյա բոլոր գրանիտոիդային ինտրուզիվները: Վերջիններս օրինաչափորեն դիտվում են այն տեղամասերում (Կողբ-Շենոզի, Լոռվա և Բաղումի), որտեղ ըստ հրաբխածին և նստվածքային առաջացումների ֆացիալ-ֆորմացիոն վերլուծության տվյալների համապատասխանաբար վերին յուրայի-կավճի և էոգենի ժամանակաշրջանում նստվածքագոյացմանը զուգահեռ տեղի են ունեցել ուղղաձիգին մոտ հակադարձ կամ նույն ուղղության, բայց տարբեր արագություններով բնթացող տեկտոնական բեկորների հարևան շրջանների համեմատ տնտմալ տեղաշարժեր:

Այս անոմալ տեղաշարժերը, այսինքն նստվածքագոյացմանը զուգահեռ բնթացող ծալքավոր կառույցների ձևավորման պրոցեսները և գրանիտոիդային ինտրուզիվների երևակման մասշտաբները ուղիղ համեմատական են:

Այսպիսով, ընդհանրացնելով վերը շարադրվածը, ինչպես նաև գրականության տվյալները, կարելի է հանգել այն եզրակացության, որ վերը նշված լեռնակազմական պրոցեսների հետ, որոնք հիմնականում բնորոշվում են հորիզոնականին մոտ ուղղություններով տեկտոնական շարժումներով, կապված են դայկային և «փոքր» ինտրուզիաների համալիրները, իսկ ուղղաձիգին մոտ ուղղություններով տեկտոնական շարժումներով բնորոշվող վերին յուրայի, վերին կավճի և էոգենի հրաբխածին և նստվածքային հաստվածքների առաջացման պրոցեսների հետ՝ շերտանման խոշոր գրանիտոիդային ինտրուզիաները:

ON THE TECTONIC CHARACTER OF THE MINOR CAUCASUS
MEGANTICLINORIUM NW PART GRANITOIDS

A b s t r a c t

On the basis of the carried out investigations it is shown, that formation of granitoid intrusives is synchronous to the sedimentation and volcanic processes. A direct connection is revealed between the degree of differentiated warping and volumes of volcanogenous and intrusive magmatism. By means of structures, formations and thicknesses analysis it is possible to determine the periods of granitoid formation and to mark out the volcanic-plutonic associations.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асланян А. Т.—Региональная геология Армении. Ереван, Айпетрат, 1958, 430 с.
2. Багдасарян Г. П.—Основные этапы развития интрузивного магматизма территории Армянской ССР. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1977, № 4—5, с. 41—62.
3. Баласанян С. И. Магматические формации Армянской ССР. Изд.-во ЕрГУ, 1975, 218 с.
4. Богатилов С. А., Зоненшайн Л. П., Коваленко В. И. Магматизм и геодинамика. Докл. 27-ого МКГ т. 9, Петрология, М.: Наука, 1984, с. 3—14.
5. Габриелян А. А., Багдасарян Г. П., Джрбашян Р. Т., Карапетян К. Т., Меликсетян Б. М., Мелконян Р. Л., Мнацаканян А. Х. Основные этапы геотектонического развития и магматической деятельности на территории Армянской ССР, Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1968, № 1—2, с. 6—35.
6. Казарян Г. А. Основные закономерности магматизма Алавердского рудного района. В кн.: Петрология интрузивных комплексов важнейших рудных районов АрмССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1971, с. 7—116.
7. Кузнецов Ю. А., Яншин А. Л. Общие структурные закономерности проявления гранитоидного магматизма. В кн.: Проблемы связи тектоники и магматизма. М.: Наука, 1969, с. 65—78.
8. Магматические и метаморфические формации Армянской ССР (Абовян С. Б., Агамалян В. А., Асланян А. Т. и др.). Ереван: Изд. АН АрмССР, 1980, 331 с.
9. Меликсетян Б. М. Петрология, минералогия и геохимия интрузий порфиридных гранитоидов Центральной Армении и их металлогеническая роль.—В кн.: Петрология и геохимия интрузивных комплексов некоторых рудных районов Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1976, с. 5—136.
10. Мелконян Р. Л. Петрология, минералогия и геохимия интрузивных комплексов Алавердского рудного района.—В кн.: Петрология и геохимия интрузивных комплексов некоторых рудных районов Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1976, с. 137—279.
11. Мкртчян С. С., Казарян С. В. О возрасте Шнохского массива кварцевых диоритов.—Докл. АН АрмССР, т. 49, № 2, 1969, с. 94—98.
12. Паффенгольц К. Н. Геологический очерк Кавказа. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1959.
13. Сатиан М. А. Очерк литологии меловых отложений Северной Армении и палеогеографических условий их накопления.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1959, т. XII, № 3, с. 3—21.
14. Туманян Г. А. Новые данные о возрасте Кохобской интрузии.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1966, т. XIX, № 5, с. 47—51.
15. Туманян Г. А. О характере и времени образования антикавказских (поперечных) структур Ноемберянского района Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, т. XXVII, 1974, № 5, с. 7—18.
16. Туманян Г. А., Акопян К. Г. Мезозойский интрузивный магматизм в связи с развитием тектонических структур междуречья Дебед и Агстев.—Тр. Арм. геол. об-ва, вып. 1, с. 62—82.
17. Туманян Г. А. Глубинная структура Земной коры на космических изображениях. Исследования Земли из космоса, 1983, № 5, с. 32—39.
18. Штрейс Н. А., Макарычев Н. И. О соотношениях между магматизмом и структурами геосинклинальных систем.—В кн.: Проблемы связи тектоники и магматизма, М.: Наука, 1969, с. 104—115.

В. А. АГАМАЛЯН

ДОКЕМБРИЙСКАЯ УЛЬТРАМАФИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ ФУНДАМЕНТА АРМЯНСКОЙ ССР

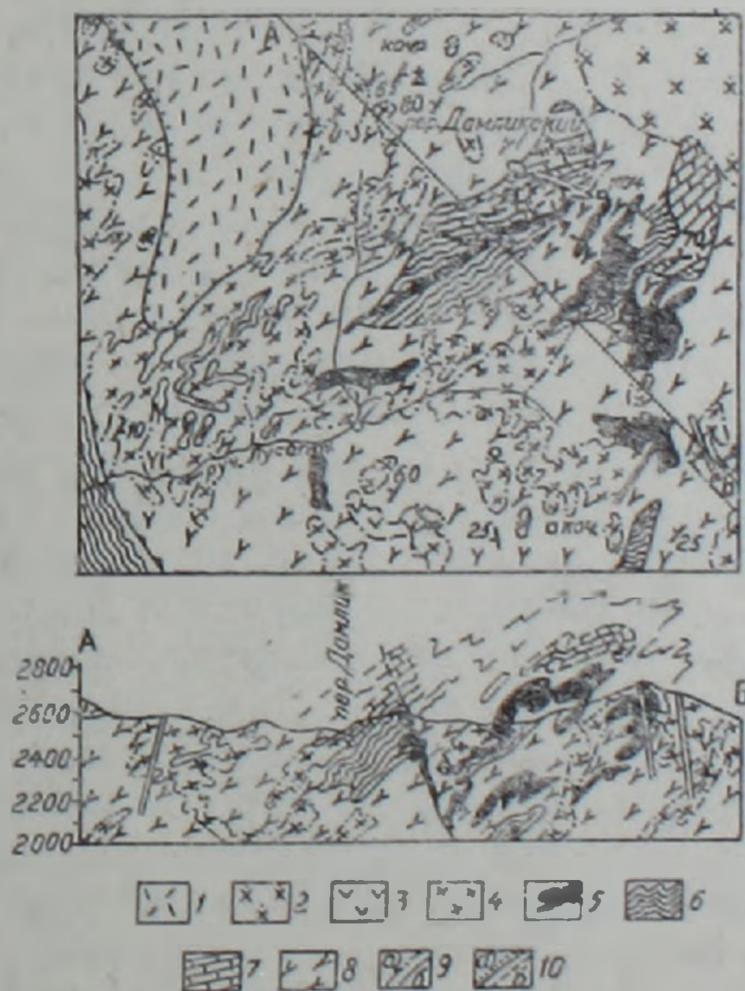
Приводится обобщающая геолого-петрологическая, а также петрофизическая характеристика докембрийской ультрамафитовой формации, представленной преобладающими апогарцбургитовыми серпентинитами с подчиненными апопироксенитовыми стеатитами и тремолитолитами, образованными в результате *изохимического* метаморфизма альпийских гипербазитов Протетиса в фации зеленых сланцев.

Ультраосновные породы являются важнейшими индикаторами геодинамических режимов эволюции земной коры. Из числа известных в литературе девяти различных генетических типов ультрамафитов лишь альпийские гипербазиты относятся к офиолитовой ассоциации, возникшие в нижней части новообразованной океанической коры в зонах спрединга и обдущированные в дальнейшем на континентальное основание [6].

Краткие сведения о наличии серпентинитов в двух пунктах древнего метаморфического комплекса Цахкуняцкого хребта (Дамликский и Агверанский массивы) приводились В. Н. Котляром [7] и Г. П. Багдасаряном [4]. Наши специальные геолого-петрологические исследования выявили широкое развитие ультраосновных пород в выступах кристаллического фундамента АрмССР (более 20 выходов) [1].

Геолого-структурная позиция. Пункты распространения наиболее крупных выходов ультрамафитов Цахкуняцкого выступа кристаллического фундамента были приведены на ранее опубликованной карте [3]. Группа массивов Дамлик состоит из шести линзовидных тел, в целом конформного со сланцами залегания, размером от 50 м до 1 км в длину при ширине от 15 до 300 м (рис. 1). Представлены серпентинитами

Рис. 1. Геологическая карта группы массивов Дамлик. 1—средний плиоцен, перлиты и обсидианы техенинской свиты, 2—неоком, тоналиты Анкаванского интрузива. 3—средняя юра, микрогаббродиабазы апаранской серии. 4—8—докембрий, верхний рифей, 4—трондjemитовая формация. 5—ультрамафитовая формация: серпентиниты и сопутствующие стеатиты и листзенинты. 6—апофтанитовые кристаллические сланцы—графитоносные слюдяно-кварцитовые. 7—мраморы, 8—амфиболиты. 9—контакты: а) эруптивные, б) стратиграфические. 10—а) несогласное наложение, б) тектонические нарушения.



пятнистой текстуры, фиолетово-черного цвета на изломе и с блестящими зеленоватыми табличками бастита, а на выветрелой поверхности—местами белесые с темными жилками (рис. 2, а). Контакты с вмещающими амфиболитами протрузивно-тектонические с зеркалами скольжения и штриховкой на светлой тальк-тремолитовой корке ультрамафита. Прорываются трондjemитами докембрия с образованием красновато-желтых тремолито-тальковых стеатитов за счет серпентинита. Обе по-

роды в свою очередь прорываются посткинематическими дайками микрогаббродиабазов нижнего байоса. На гребне отрога к северу от с. Мразян расположен небольшой массив Касах размером 125×60 м, который имеет линзовидную форму, вытянут в меридиональном направлении по сланцеватости вмещающих амфиболитов. Сложен серо-зелеными антигоритовыми серпентинитами, переходящими к периферии массива в светлые серо-желтые тремолитовые и тальк-тремолитовые сланцы. По всей своей массе выход перемят в сильно сплюснутые линзовидные обособления—будины размером 50×10 см близвертикального падения. Промежутки этих будин часто заполнены охристо-зеленоватой смесью магнезита и серпентина. К периферии выхода породы сменяются желтым купюккристаллическим мономинеральным тремолитолитом спиновидно-лучистого сложения с кристаллами до 5 см. Снаружи выход оторочен светло-серыми серпентин-тремолитовыми сланцами плейчатого спутанно-волокнистого сложения. Прорывается нерассланцованным телом дайкообразной формы мощностью 1,2 м, сложенным своеобразной титаномагнетит-клинохлоровой породой черного цвета с многочисленными идиоморфными выделениями титаномагнетита размером до 5 мм, составляющими более 30% объема, и мелкими кристаллами апатита в черной афанитовой массе мягкого клинохлора (обр. 2100). Она по химическому составу соответствует гиперстеновому шпинелиту (см. табл. 1), не имеющему своих аналогов в АрмССР и на Кавказе.

Сравнительно купное тело ультрамафитов (массив Шахъель) размером $1 \times 0,5$ км тектонически прорывает мраморы верхней серии в истоках р. Даллар на гребне Цахкуняцкого хребта. Сложен темно-серыми серпентинитами хризотилового и хризотил-антигоритового состава, массивного, но трещиноватого сложения, с поверхности покрытыми красно-бурными, желтыми и фиолетовыми натекками. К периферии массива серпентиниты переходят в светлые зеленовато-серые тремолитовые серпентиниты, стеатиты, тальк-тремолитовые сланцы и бурые кремнево-магнезитовые листвениты.

В экзоконтактовых термальных ореолах неоконских интрузий серпентиниты переходят в кремнево-карбонатные листвениты с реликтами серпентина, в тальк-карбонатные и тальк-тремолитовые породы, как это имеет место на западной окраине с. Анкаван (массив Анкаван). Кроме того, здесь на непосредственном стыке с тоналитами неокома по ультрамафитам развита мономинеральная антофиллитовая порода. В зонах гидротермальных метасоматитов рудного поля Анкаванского медно-молибденового месторождения ультрамафиты превращены в бурые и серые кремни и легкие опалиты светло-серого цвета.

Ряд небольших тел в разных частях кристалликума в виде линз и полос развит в толще амфиболитов, маркируя плоскости срывов, очевидно по границам пластин, чешуйчато надвинутых друг на друга. Так, ультраосновные породы в местечке Сарыкая расположены по стыку амфиболитов и залегающих выше слюдяных сланцев в виде пластообразного тела мощностью 25 м и по простиранию прослеживаются на 150 м согласно со сланцеватостью вмещающих пород докембрия. Имеют зональное строение: в ядре сохранились желто-бурые будины серпентинита, облегаемые голубовато-белыми купюкчешуйчатыми тальковыми сланцами и тальк-карбонатными лиственитами, переходящими в серо-зеленый апотремолитовый мрамор. На расстоянии 100 и 200 м от первого имеются еще два тела ультрамафитов, размером 50×50 и 5×10 м соответственно, сложенные одни—мелкими тальковыми сланцами, другой—крупнозернистой хлорит-тремолитовой породой. Кроме того, часть тел ультрамафитов вжата в сланцы по разломам, например, небольшое тело 50×35 м с востока под седловиной двуглавой вершины г. Дамлик тектонически внедрено в крутопадающую трещину в сланцах и прорвано плагиогранитами. Более мелкие линзы в разных участках кристалликума обычно сложены тремолитолитами, либо антигорит-тальковыми или тальк-тремолитовыми породами.

Таким образом, описанные ультрамафиты являются до- и синкинематическими образованиями, подвергшимися метаморфизму совместно с вмещающими породами кристаллического фундамента Армянской ССР в тесной ассоциации с амфиболитами, апофтанитовыми кварцитами и мраморами, с которыми проявляют протрузивно-тектонические соотношения без признаков эруптивных контактов.

Петрографическая характеристика ультрамафитов. Ультраосновные породы кристаллического фундамента Армянской ССР можно классифицировать следующим образом: 1. Серпентиниты: а) хризотил-овые; б) антигоритовые; в) талькованные; г) тремолитовые. 2. Стеатиты: а) тальковые, б) серпентин-тальковые, в) тремолит-тальковые. 3. Тремолитолиты: крупнозернистые массивные и тремолитовые сланцы. 4. Антофиллитолит. 5. Листвениты кремневые, карбонат-кремневые и карбонатные (апосерпентинитовые мраморы). Особняком стоит посткинематическая (нерассланцованная) апатит-титаномагнетит-клинохлоровая порода, секущая серпентиниты и сланцы.

Среди ультрамафитов преобладают серпентиниты (80%), в подчиненном развитии находятся тремолитолиты (15%), стеатиты (3%) и листвениты (2%). Количественно-минеральный состав ультраосновных пород приводится в графическом виде на рис. 3а.

Ниже дается краткая петрографическая характеристика пород.

Серпентиниты. Хризотил-овые серпентиниты имеют массивную афанитовую текстуру, черную и темно-серую окраску. Под микроскопом имеют мелкочешуйчатую петельчатую структуру (рис. 2а), которая складывается из почти изотропного серпофита ($n=1,555$), занимающего ячейки, огибаемые изогнутыми фибрами хризотила ($n_m=1,550$) поперечно-волоконистого строения (одноосный, положительный, прямое погасание, положительное удлинение, двупреломление 0,008, относится к α -хризотилу). Выделяются на этом фоне призматические псевдоморфозы бесцветных листочков бастита размером 0,5—1,5 мм ($2V=-40^\circ$, двупреломление 0,003—0,005, удлинение положительное). Хромшпинеллид размером до 3×1 мм, обычно непрозрачен из-за метаморфизма, реже просвечивает желтоватым цветом и окружен венцом «протосерпентина». Вторичный магнетит, выделившийся при серпентинизации, образует рассеянную тонкую вкрапленность с тенденцией к образованию линейных скоплений, часто соединяясь в перекрещенно-сетчатый узор, реликтовый от первичной полигональной структуры исходного гипербазита.

Приведенный «исходный» структурный рисунок сохранился только местами. Обычно присутствуют мелкие чешуйки антигорита, который развивается по фибрам хризотила и микрозонам смятия. При смятии породы изотропный серпсфит «ячеек» раскристаллизовывается в хризотил второй генерации, волокна которого прирастают к фибрам раннего хризотила с образованием широких перьевидных фиброл. Развиваются поперечно-чешуйчатые жилковидные выделения асбеста, представленные водяно-прозрачным γ -хризотилом с отрицательным удлинением и более высоким двупреломлением и показателем преломления.

Хризотил-антигоритовые серпентиниты развиваются в результате усиления деформаций с развитием петельчато-решетчатой и перекрещенно-чешуйчатой структур (рис. 2б). Из участков развития антигорита рудная пыль отжимается в реликтовые хризотил-серпофитовые участки.

Антигоритовые серпентиниты являются значительно более крупночешуйчатыми, с кристаллами до 1,5—3 мм и имеют радиально-лучистую и перекрещенно-чешуйчатую, местами пламеневидную структуры. Магнетитовая пыль отжимается в отдельные скопления, обычно в тесном срастании с тальком и карбонатом. Антигорит развивается за счет петельчатых хризотил-серпофитовых агрегатов, имеет $N_g=1,570-76$, $N_m=1,563-65$, $N_p=1,562-63$, прямое погасание, $2V=-39^\circ$, $N_g - N_p=0,07$.

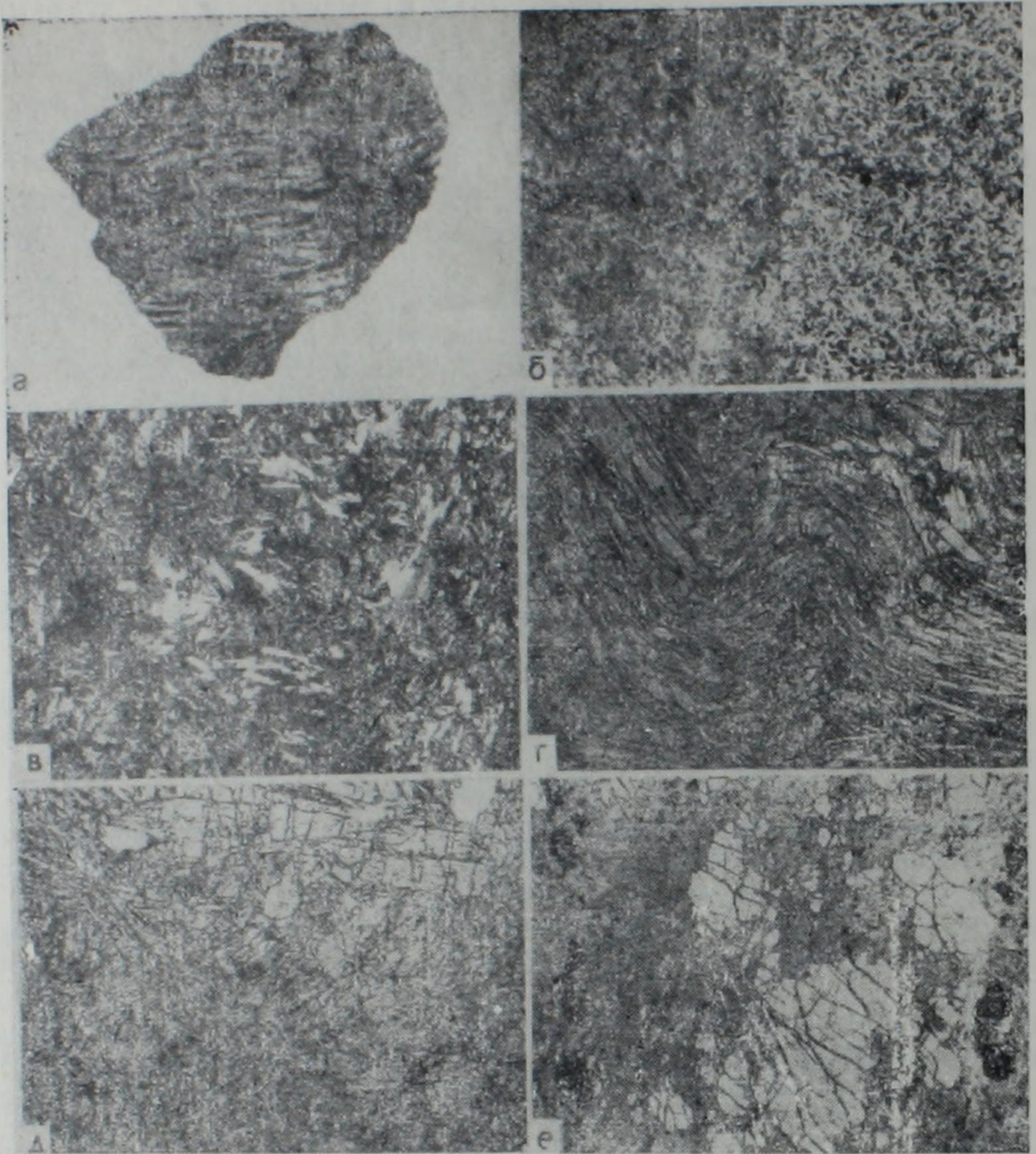


Рис. 2. Текстуры и структуры докембрийских ультрамафитов.

а) Штуф хризотилового серпентинита, 1/4 nat. величины. (б-е) Микрофотографии прозрачных шлифов. б) Серпентинит хризотилловый, левая часть б/а с заметной вкрапленностью вторичного магнетита, правая часть шнк. X показывает петельчатую структуру и массивную текстуру; ув. 40X.

в) Хризотил-антигоритовый серпентинит с радиальными выделениями антигорита, замещающими мелкочешуйчатый хризотил, ув. 40X, шнк. X

г) Тремолитовый сланец, плейчатый, образованный механическим поворотом кристаллов тремолита без пластических деформаций, ув. 40X, б/а.

д) Антофиллитовая порода, состоящая из радиальных и сноповидных агрегатов антофиллита, ув. 40X, б/а.

е) Апатит-магнетит-клинохлоровая порода. Трециноватые кристаллы апатита (белое) и зерна титаномагнетита (черное) в тонкочешуйчатой массе клинохлора (серое); титаномагнетит содержит включения апатита (справа).

При отальковании серпентинитов их структурный рисунок не нарушается, т. к. идет псевдоморфное замещение сначала фиброл хризотила, затем серпофита ячеек криптокристаллическим мелкочешуйчатым тальком, разрастаясь в конечном счете в сплошной микролепидобластовый агрегат талька. Наряду с этим, в экзоконтактных ореолах интрузий тоналитов наблюдаются избирательные крупночешуйчатые псевдоморфозы талька до 2 мм (по энстатиту), тогда как оливин замещен петельчатым агрегатом серпентина, а место клинопироксена занимают серпентин-карбонатные выделения.

Стеатиты представляют мягкие белые или голубовато-серые апогипербазитовые породы, состоящие из чешуек талька размером от 0,1

до 2 мм с примесью длиннопризматических кристаллов тремолита (до 20%), серпентина, карбоната. В некоторых случаях образуются мономинеральные крупночешуйчатые талькиты, которые могут иметь практическое значение. Вкрапленность магнетита отсутствует ввиду вхождения железа в состав талька и тремолита.

Тремолитолиты—обычно мономинеральные крупнокристаллические массивные породы желто-зеленой окраски радиально-лучистого или сноповидного сложения с кристаллами до 10 см. Тремолит под микроскопом бесцветный, с оптическими свойствами: $N_g = 1,643$, $N_p = 1,615$, $2V = -82^\circ$, $c: N_g = 18^\circ$, характерные для тремолита с 18% содержания ферротремолитовой составляющей. Характерно почти полное отсутствие вкрапленности рудного минерала, вошедшего в состав ферроактинолитовой составляющей. Замещает серпентиновые минералы. Тремолитовые сланцы отличаются плейчатой нематобластовой и фибробластовой структурой (рис. 2г). Могут содержать чешуйчатые агрегаты антигорита, талька, клинохлора и карбоната в промежутках кристаллов. При этом тремолит замещает серпентиновые минералы, находится в равновесии с тальком и клинохлором, но замещается карбонатом.

Антофиллитовая порода (первая на Кавказе) внешне желто-зеленоватая спутанно-волокнистая, под микроскопом имеет нематобластовую структуру (рис. 2д). Состоит из тесно уложенных бесцветных кристаллов антофиллита ($C:N_g = 0$, удлинение положительное, $2V = -80^\circ$, $N_g - N_p = 0,020$) размером до 3×1 мм, в промежутках которых встречаются мелкие зерна кварца размером 0,2 мм не более 1%. Местами замещается тальком.

Листвениты развиты по зонам дробления и циркуляции гидротермальных растворов и обычно несут следы катаклаза и милонитизации, предшествовавших окремнению и карбонатизации. Под микроскопом часто проглядывается палимпсестовый петельчатый рисунок исходного серпентинита, нередко сохраняются хромшпинелид и реликты серпентиновых минералов. По тремолитолитам местами образуются псевдоморфные мраморы с полной сохранностью рисунка исходной нематобластовой структуры. Листвениты состоят из изотропного опала, радиально-лучистого халцедона, обычно перекристаллизованных в агрегат гранобластового кварца, пропитанного гидроокислами железа.

Исключительно редкая порода—апошпинелитовый апатит-титаномагнетитовый клинохлорит—обнаружена нами у с. Касах. Она, видимо, выпадает из сообщества пород ультрамафитовой формации докембрия, т. к. является нерассланцованным дайкообразным телом, секущим серпентиниты. Под микроскопом состоит из светло-зеленой тонкочешуйчатой массы клинохлора (66%) с выделениями бесцветных трещиноватых кристаллов апатита 7% размером до 2 мм ($N_o = 1,635 \pm 2$, $N_e = 1,652 \pm 2$, 65%, хлорапатит) и 17% титаномагнетита размером до 3 мм (рис. 2е). Клинохлор имеет невысокое двупреломление (0,008), отрицательное удлинение, оптически одноосный, положительный, плеохроизм слабый, $N_m = 1,604$, состав: 50% антигорита, который, возможно, относится к кочубенту (Сг-клинохлор).

Таким образом петрографические исследования позволяют классифицировать ультрамафиты кристаллического фундамента как ортогипербазиты, подвергшиеся метаморфизму вместе с вмещающими кристаллическими сланцами докембрия.

Петрохимия. Рассматриваются 18 химических анализов, расположенных в порядке возрастания содержания окиси кремнезема (табл. 1), охватывающих главнейшие типы докембрийских ультрамафитов, охарактеризованные выше геологически и петрографически. Анализы пересчитаны по недавно предложенному методу устойчивых минеральных ассоциаций А. Ритмана [8] по специальному ключу для расчета возможных минеральных ассоциаций ультраосновных пород в «сухих» плутонических фациях. Метод позволяет непосредственно изобразить

исходный минеральный состав пород (виртуальная норма) в объемных процентах на классификационной диаграмме ультрамафитов по Штрекайзену (рис. 3в) общепринятой для унификации петрографической номенклатуры. Из числа анализов 14 выполнены по материалам автора и 4 анализа взяты из литературы. Пять проб оказались в поле гарцбургита (№№ 1—5), четыре — в поле лерцолита (№№ 6—9), 1 — в поле ортопироксенита (11), 4 — в поле вебстерита (№№ 13—15). Составление нормативного (рис. 3б) и модального составов показывает, что апогарцбургиты (№№ 1—5) это преимущественно хризотил-овые и хризотил-антигоритовые серпентиниты с баститом, а полерцолиты (№№ 6—9) — хризотил-антигоритовые серпентиниты с заметным со-

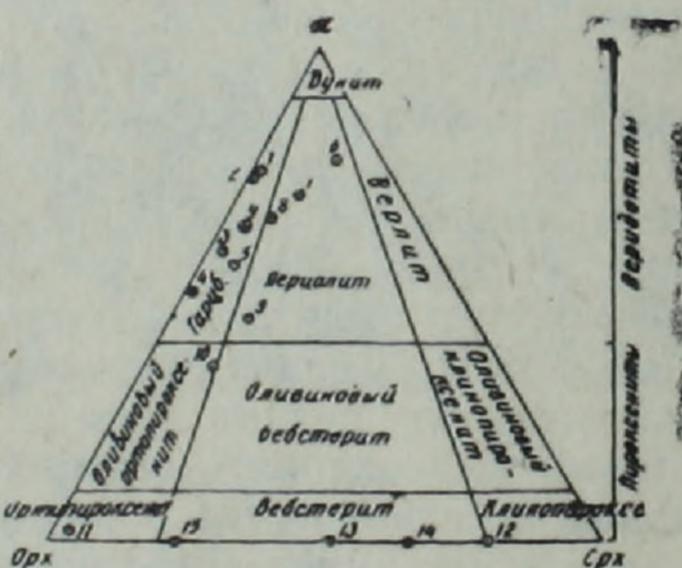
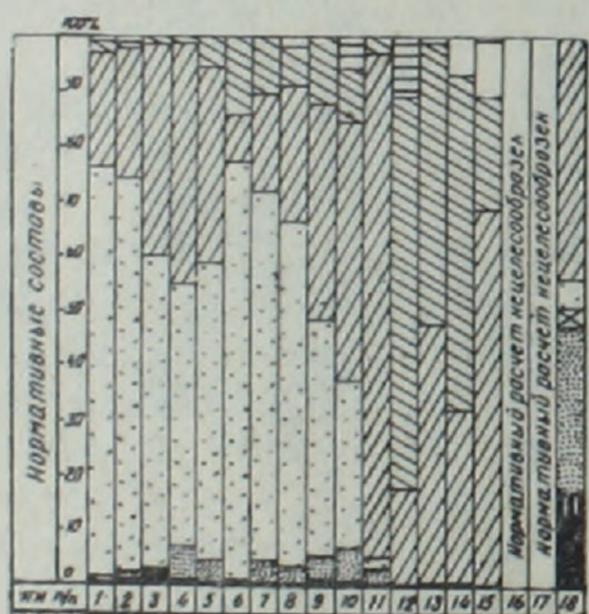
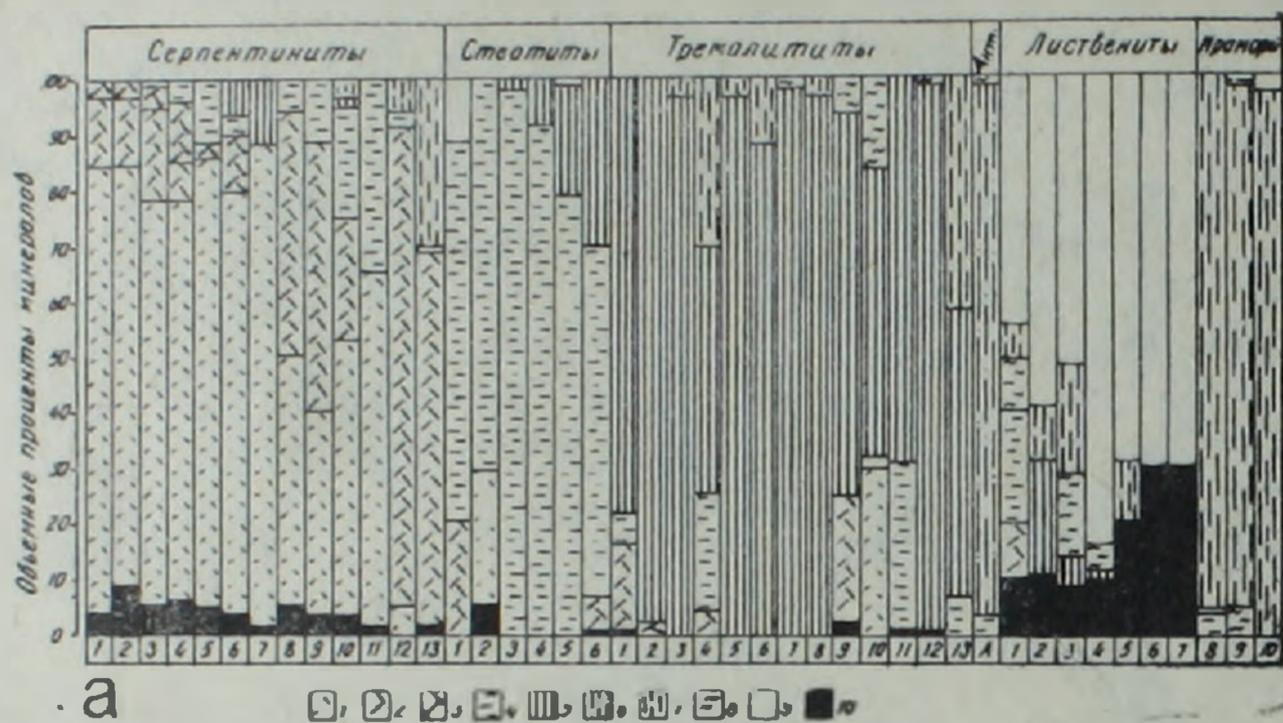


Рис. 3. Модальный и нормативный минеральный состав докембрийских ультрамафитов. а) Количественно-минеральный (модальный) состав ультрамафитов: 1—хризотил, 2—антигорит, 3—бастит, 4—тальк, 5—тремолит, 6—антофиллит, 7—карбонат, 8—хлорит, 9—кремень, 10—рудный минерал. б) Нормативный количественно-минеральный состав докембрийских ультрамафитов: 1—оливин, 2—ортопироксен, 3—клинопироксен, 4—шпинель, 5—магнетит, 6—ильменит, 7—ортоклаз, 8—апатит, 9—кварц. в) Классификация ультрамафитов докембрия Армянской ССР на диаграмме Штрекайзена по нормативному составу, пересчитанном из химанализов табл. 1 по методу Ритмана.

держанием талька, ортопироксенит—это хризотил-тальковый стеатит. Примечательно, что аповебстериты—это тремолитолиты, из них № 15—со значительным содержанием талька. Нормативный расчет лиственитов (№№ 16 и 17), как аллохимических образований, нецелесообразен. Чрезвычайно любопытный нормативный состав оказывается у апатит-титаномагнетитового клинохлорита (№ 18), имеющего необычный химический состав (табл. 1) с очень низким содержанием SiO_2 и резко повышенными TiO_2 и Al_2O_3 . Как показывает пересчет, порода могла состоять из ортопироксена (44,7%), шпинели (30,4%) с примесью оливина (5,1%), замещенных ныне клинохлором с примесью серпентина и сохранившихся от замещения титаномагнетита (17,1%) и апатита

Таблица 1

Химические составы докембрийских ультраосновных пород Армянской ССР

№№ п п	1	2	3	4	5	6
№№ образцов	3208	2233	1105	1104	1386	1385
SiO	38,56	38,23	39,82	39,24	39,56	37,91
TiO	не обн.	0,13	1,20	0,20	сл.	сл.
Al ₂ O ₃	0,58	1,34	0,26	3,41	3,34	0,04
Cr ₂ O ₃	не опр.	не опр.	0,04	0,04	не опр.	не опр.
Fe ₂ O ₃	6,99	5,37	6,72	7,02	7,78	12,76
FeO	2,04	2,28	1,50	1,65		
MnO	0,23	0,22	0,36	0,39	не опр.	не опр.
MgO	39,58	39,50	37,08	35,20	36,92	36,44
CaO	0,28	0,20	0,58	0,48	0,84	1,24
Na ₂ O	0,11	0,09	сл.	сл.	0,16	1,04
K ₂ O	0,05	0,09	сл.	сл.		0,26
п. п. п.	11,37	12,12	11,96	11,38	11,52	11,03
CO ₂	не обн.	не обн.	сл.	не обн.	не опр.	не опр.
P ₂ O ₅	0,07	0,15	0,12	0,12	не опр.	не опр.
-H ₂ O	0,24	не обн.	0,83	1,39	не опр.	не опр.
Собщ	сл.	сл.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.
Сумма	100,10	99,72	100,47	100,52	100,12	100,72

Нормативные составы по А. Ритману (в объемных процентах)

Оливин	74,1	70,8	56,7	47,7	53,2	75,4
Ортопироксен	21,5	23,6	37,5	43,8	36,1	8,4
Клинопироксен	1,9	1,1	2,4	1,4	5,7	14,5
Кварц	—	—	—	—	—	—
Ортоклаз	0,5	1,0	—	—	—	—
Шпинель	0,9	2,2	0,5	5,5	4,4	—
Хромит	—	—	0,1	0,1	—	1,7
Магнетит	0,9	0,8	0,7	0,1	0,7	—
Ильменит	—	0,2	1,7	0,2	—	—
Апатит	0,2	0,4	0,4	0,4	—	—

№№ п п	7	8	9	10	11	12
№№ образцов	3210	1—Н	3211	2—Н	2099	2801
SiO ₂	40,55	40,65	41,30	45,10	51,44	46,04
TiO ₂	не обн.	сл.	0,09	0,30	0,07	не обн.
Al ₂ O ₃	1,87	1,95	2,04	4,79	1,81	2,63
Cr ₂ O ₃	не опр.	не опр.	0,09	не опр.	0,23	не опр.
Fe ₂ O ₃	5,54	5,50	5,57	6,46	3,53	0,89
FeO	2,48	2,29	9,50	0,30	3,52	3,52
MnO	0,21	не опр.	0,18	не опр.	0,05	0,01
MgO	39,38	37,99	29,72	32,63	32,17	15,58
CaO	0,98	0,85	2,32	1,20	0,62	12,99
Na ₂ O	0,60	0,34	0,20	0,75	не обн.	не обн.
K ₂ O	0,05	0,27	0,05	0,71	не обн.	не обн.
п. п. п.	11,69	10,00	7,81	7,29	7,35	18,54
CO ₂	не опр.	не опр.	не обн.	не опр.	не обн.	не опр.
P ₂ O ₅	0,11	не опр.	0,16	не опр.	не обн.	0,05
-H ₂ O	не обн.	не опр.	0,33	0,10	0,14	0,01
Собщ	сл.				0,01	0,01
Сумма	103,47	99,84	99,36	99,63	100,94	100,27

Нормативные составы по Ритману (в объемных % %)

Оливин	66,3	61,2	42,5	29,7	2,3	—
Ортопироксен	17,8	25,4	37,8	45,7	91,2	17,5
Клинопироксен	10,7	7,3	13,5	11,3	3,1	71,7
Кварц	—	—	—	—	—	10,1
Ортоклаз	—	2,3	0,5	6,1	—	—
Шпинель	3,9	3,0	3,8	5,8	2,4	—
Хромит	—	—	0,1	—	0,3	—
Магнетит	0,8	0,8	1,4	1,0	0,6	0,5
Ильменит	—	—	0,1	0,4	0,1	—
Апатит	0,4	—	0,4	—	—	0,2

№№ п/п	13	14	15	16	17	18
№№ образцов	2102	2101	2435	1103 ^a	2118 ^a	2100
SiO ₂	52,01	55,87	57,94	71,30	23,35	22,68
TiO ₂	0,09	0,07	не обн.	1,50	0,14	3,10
Al ₂ O ₃	3,83	2,48	1,10	2,70	1,27	17,11
Cr ₂ O ₃	0,17	0,19	не опр.	0,09	не опр.	0,06
Fe ₂ O ₃	1,74	1,14	2,48	6,43	3,69	11,36
FeO	3,84	4,16	2,27	1,65	2,29	15,70
MnO	0,12	0,16	0,22	0,36	0,29	0,29
MgO	24,52	22,13	27,50	9,50	29,20	18,91
CaO	10,75	13,14	4,35	0,90	14,16	1,32
Na ₂ O	не обн.	не обн.	0,15	сл.	0,19	не обн.
K ₂ O	не обн.	не обн.	0,10	сл.	0,15	не обн.
п. п. п.	3,42	0,80	3,31	4,01	25,38	8,23
CO ₂	не обн.	не обн.	не опр.	не опр.	не опр.	не обн.
P ₂ O ₅	0,01	не обн.	не обн.	0,12	0,04	0,28
-H ₂ O	0,06	0,01	0,11	2,53	не обн.	0,57
Собщ.	0,01	0,02	сл.	сл.	сл.	не обн.
Сумма	100,57	100,17	99,53	101,17	100,15	99,61

Нормативные составы по Ритману (в объемных % %)

Оливин	—	—	—	—	—	5,1
Ортопироксен	47,4	31,7	67,7	—	—	44,7
Клинопироксин	51,0	60,2	20,8	—	—	—
Кварц	0,8	7,2	10,2	—	—	—
Ортослаз	—	—	0,8	—	—	—
Шпинель	—	—	—	—	—	30,2
Хромит	0,2	0,3	—	—	—	0,2
Магнетит	0,5	0,4	0,4	—	—	12,5
Ильменит	0,1	0,2	—	—	—	4,6
Апатит	—	—	—	—	—	2,7

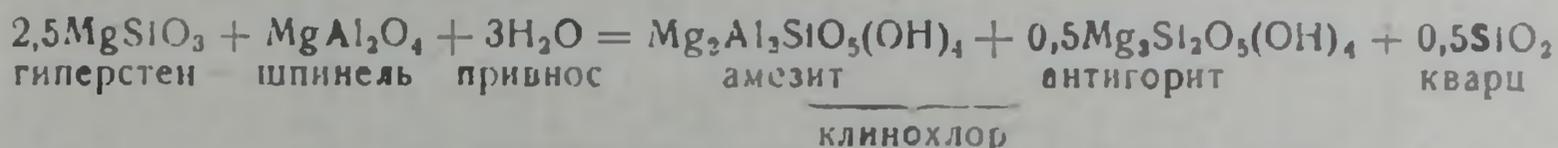
Опись анализов: 1—серпентинит хризотилловый, группа массивов Дамлик, тело III, аналитик Григорян Л. (НИГМИ), материал Агамалаяна В. А.; 2—серпентинит хризотилловый, группа массивов Дамлик, тело III, аналитик Филипосян (НИГМИ), материал Агамалаяна В. А.; 3—серпентинит хризотил-антигоритовый, массив Шахъель, аналитик Карапетян (АИСМ), материал Агамалаяна В. А.; 4—серпентинит бастит хризотилловый, массив Шахъель, аналитик Карапетян (АИСМ), материал Агамалаяна В. А.; 5,6—серпентиниты, массив Шахъель, по материалам Г. П. Багдасаряна [4]; 7—серпентинит антигоритовый, слабо оталькованный, группа массивов Дамлик, аналитик Багдасарян М. Г. (НИГМИ), материал Агамалаяна В. А.; 8—серпентинит, группа массивов Дамлик; 9—серпентинит тремолитовый, группа массивов Дамлик, аналитик Чаталян С. (ИГН АН Арм.ССР), материал Агамалаяна В. А.; 10—серпентинит, группа массивов Дамлик [4]; 11—серпентин-тальковый стеатит, массив Касах, аналитик Гаспарян З. (ИГН АН Арм.ССР), материал Агамалаяна В. А.; 12—тальк-карбонат-тремолитовая порода, Ахумский массив, аналитик Чахмахчян З. (ИГН АН Арм.ССР), материал Агамалаяна В. А.

13—серпентин-тремолитовая порода, массив Касах, аналитик З. Гаспарян (ИГН АН Арм. ССР), материал Агамалаяна В. А.; 14—тремолит, массив Касах, аналитик Гаспарян З. (ИГН АН Арм. ССР); материал Агамалаяна В. А.; 15—антигорит-тремолит-тальковый стеатит, группа массивов Дамлик, аналитик Арутюнян М. (НИГМИ), материал Агамалаяна В. А.; 16—лиственит актинолит-кварцевый, массив Шахъель, аналитик Карапетян (АИСМ), материал Агамалаяна В. А.; 17—карбонат-антигоритовая порода, массив Мравян, аналитик Филипосян Н. (НИГМИ), материал Агамалаяна В. А.; 18—апатит-магнетитовый клинохлорит, массив Касах, аналитик Гаспарян З. (ИГН АН АрмССР), материал Агамалаяна В. А.

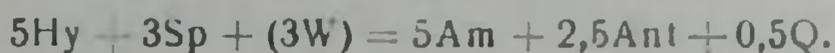
(2,7%). Поскольку никакие реликты ортопироксена и шпинели или их конфигураций не сохранились, то не исключается, что они входили в состав стекловатого мезостазиса, замещенного ныне клинохлором, а титаномагнетит и апатит слагали порфиновые выделения. Ввиду резко пониженных содержаний, либо отсутствия (ниже чувствительности)

щелочей во всех приведенных анализах ультрамафитов, в том числе и рассматриваемого клинохлорита, заметный метасоматоз исключается. Остается предположить, что мы имеем сверхглубинную выплавку шпинелевого перидотита мантии (?).

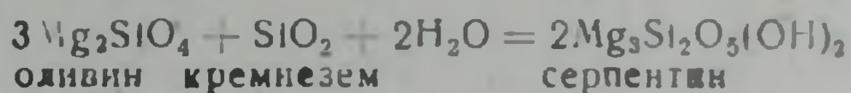
Преобразование гиперстена и шпинели в клинохлор можно объяснить следующей реакцией:



В атомных количествах реакция имеет вид:



Соотношение гиперстена и шпинели (5:3) близко к их соотношению в нормативном составе породы (44,7:30,4), что подтверждает возможность приведенной реакции. Небольшой избыток окиси кремния (0,5) в продуктах реакции мог быть израсходован на серпентинизацию исходного оливина (5,1%) по реакции:



Геохимия. Изучение поведения элементов-примесей в ультрамафитах кристалликума основано на 34 одновременных приближенно-количественных спектральных анализах, выполненных на материале автора на спектрографе ДФС—13 на 27 элементов на безборных углях в спектральной лаборатории ИГи АН АрмССР (рук. Г. М. Мкртчян). Поведение элементов группы железа и сопоставление с кларками графически изображено на диаграмме рис. 4.

Серпентиниты (апогарцбургиты) характеризуются вышекларковыми (для ультрамафитов) содержаниями хрома, близкларковыми, несколько пониженными содержаниями ванадия и никеля и пониженными содержаниями кобальта. Содержание никеля уменьшается с уменьшением содержания в породе хризотила (т. е. нормативного оливина). Процесс оталькования на 5—10% сопровождается понижением содержания никеля и кобальта, но мало отражается на концентрациях титана, ванадия и хрома. В то же время небольшая карбонатизация ведет к заметному повышению концентраций титана и ванадия и к одновременному падению содержания хрома, но не влияет на содержания никеля и кобальта.

Стеатиты выделяются пониженными содержаниями элементов группы железа.

Тремолитолиты (апопироксениты) аналогичны серпентинитам по поведению элементов группы железа с несколько пониженным содержанием хрома.

Антофилитовая порода (А) неотличима от апогарцбургитовых серпентинитов, что свидетельствует об изохимичности метаморфизма, по меньшей мере, в отношении элементов группы железа. Листвениты сохраняют общие геохимические черты ультрамафитов и только в кремнях содержание большинства элементов группы железа сходит на нет. Мраморы, образованные за счет ультрабазитов, несмотря на полное отсутствие первичных силикатов, сохраняют все их геохимические признаки: вышекларковый хром, близкларковый ванадий. Апатит-титаномagneтитовый клинохлорит (апошпинелит) по поведению рассматриваемых элементов группы железа приближается к основным породам.

Приведенные геохимические особенности, наряду с вышензложенными геолого-структурными, петрографическими и петрохимическими, характеризуют ультраосновные породы докембрия, несмотря на их метаморфизм, как альпийотипные гипербазиты, а клинохлорит отрывается от них и причисляется к основным породам.

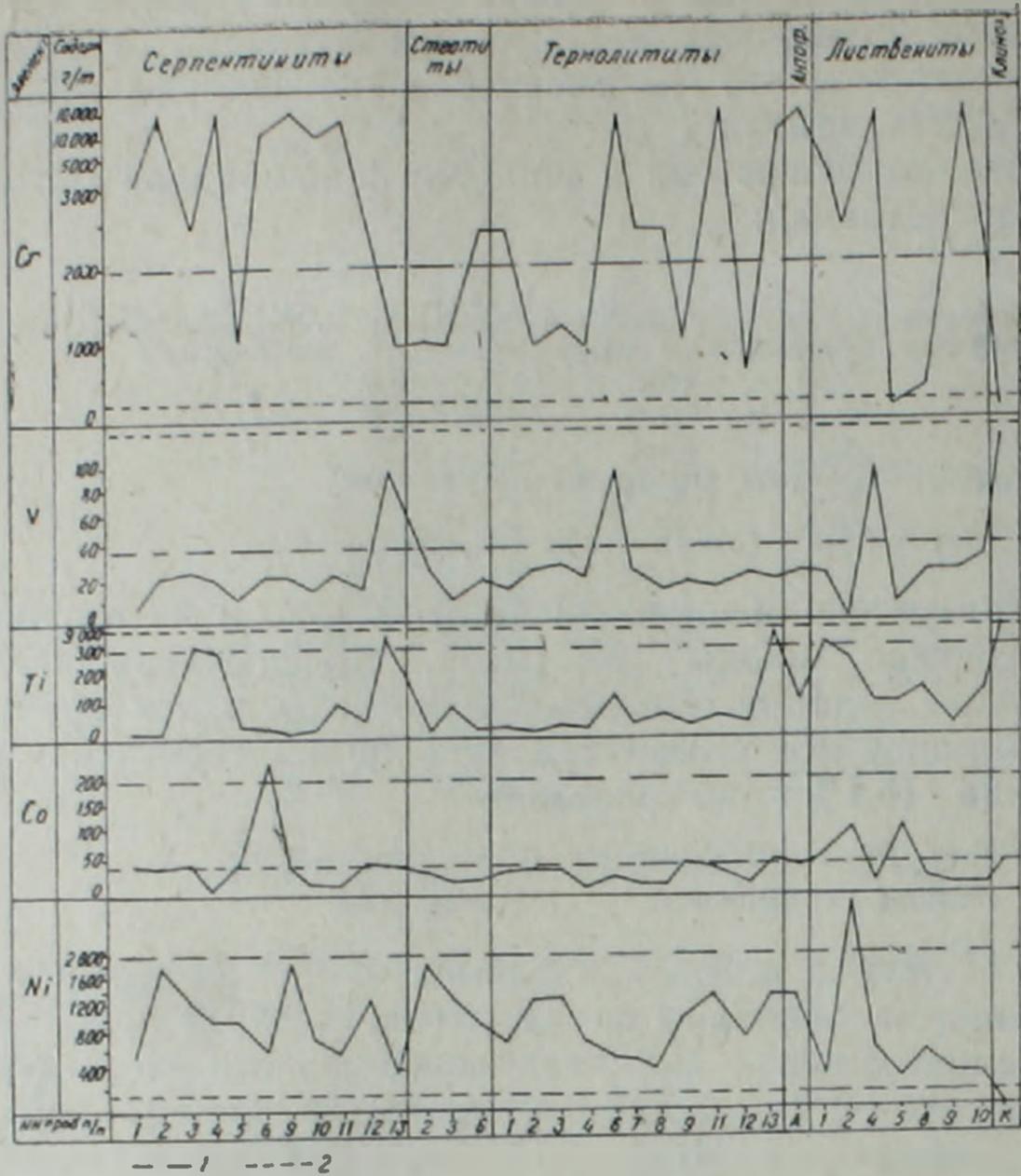


Рис. 4. Распределение группы железа в различных типах ультраосновных пород докембрийского фундамента. 1—кларк ультраосновных пород, 2—кларк основных пород по А. П. Виноградову.

Петрофизические особенности ультраосновных пород докембрия исследованы по 20 образцам, измеренным в лаборатории физ.-мех. свойств ВИРГ в Ленинграде Н. П. Каираловым. Проведены измерения плотности (ρ , г/см³), магнитной восприимчивости (χ , $\cdot 10^{-6}$ СГС) поляризуемости или вызванной поляризуемости (τ , %) и открытой пористости (n , %). Графическое сопоставление физических свойств с минеральным составом изображено на рис. 5. Наиболее четкая прямая связь наблюдается между содержанием серпентина и магнитной восприимчивостью пород. Последняя резко понижается при отальковании и тремолитизации, вследствие вхождения железа в состав талька и тремолита, тогда как в серпентините железо, ввиду невозможности вхождения в состав серпентиновых минералов, образует свободный пылевидный магнетит.

Плотность обратно пропорциональна содержанию серпентина. Средняя плотность серпентинитов по данным пяти образцов равняется 2,65 г/см³, причем тип серпентинового минерала (хризотил или антигорит) на плотность не влияет. Наибольшей плотностью обладают тремолитолиты (в среднем 2,84 г/см³), несмотря на их заметно высокую открытую пористость ($n=4,35\%$). Листвениты имеют промежуточные значения плотности. Таким образом, различия в значениях плотности рассматриваемых пород также коррелируются с вариациями их минерального состава.

Значения поляризуемости (τ) наиболее высоки у ненарушенных хризотиловых серпентинитов (10,0 и 12,6%), в то же время у заметно рассланцованного серпентинита с потерей петельчатой структуры эта величина понижена на два порядка (0,1%). Очевидно, наибольшая поляризуемость свойственна породам, не претерпевшим существенных сквозных дифференциальных движений и перекристаллизацию с изменением формы минералов, а лишь подвергшимся псевдоморфным за-

мещением с сохранением формы. Это подтверждается также тем, что значения поляризуемости в одинаковой мере низки у тремолитов, стеатитов и лиственитов.

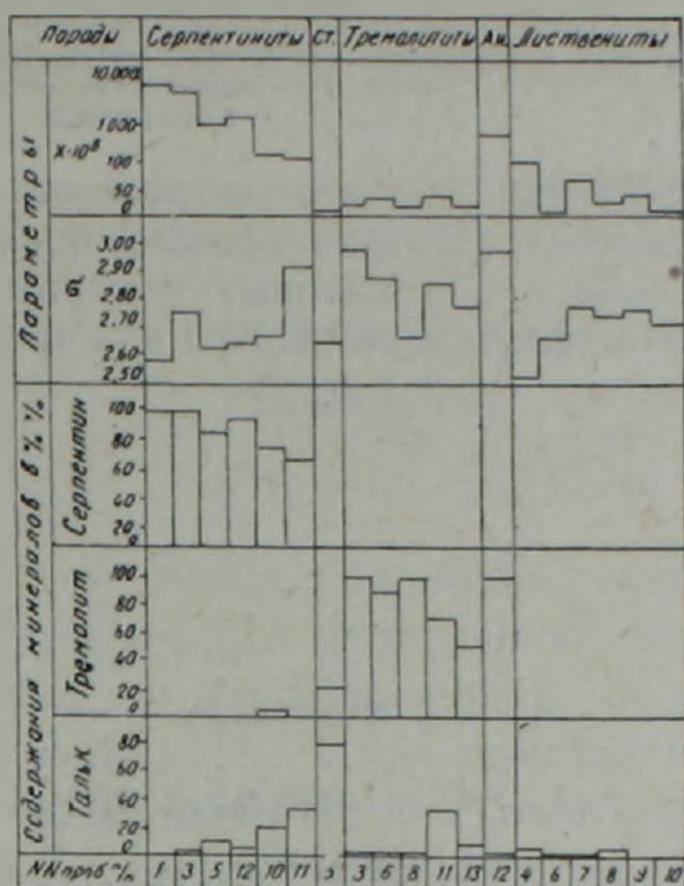


Рис. 5. Сопоставление физических свойств с минеральным составом различных типов ультраосновных пород кристаллического фундамента

Таким образом, для ультрамафитов кристаллического фундамента можно принять следующие усредненные петрофизические значения: плотность— $2,67 \text{ г/см}^3$, магнитная восприимчивость—свыше $5.000 \cdot 10^{-6} \text{ СГС}$. Значения поляризуемости и открытой пористости могут значительно варьировать в зависимости от степени деформированности и перекристаллизации, поэтому средние значения для них не приводятся.

При геофизических исследованиях ультраосновные породы фундамента наиболее эффективно могут быть прослежены лишь магнитометрическими методами, тогда как в гравитационном поле они по плотности будут неразделимы от гранитов и слюдяных сланцев.

На фоне тяжелых вмещающих амфиболитов и диабазов с плотностью до 3 г/см^3 легкие серпентиниты с дефицитом масс до $0,5 \text{ г/см}^3$, при тектонических подвижках могут просто всплыть и давать протрузии, наблюдаемые ныне в фундаменте.

Метаморфизм ультрамафитов характеризуется минеральными парагенезисами: хризотил+антигорит+бастит; хризотил+антигорит+тальк; антигорит+(тальк)+магнезит; хризотил+тремолит. Парагенезис серпентин+тальк+тремолит+магнезит характерен для магнетитовых ассоциаций регионального метаморфизма кварц-альбит-мусковит-хлоритовой субфации фации зеленых сланцев, по Г. Винклеру устойчивой в температурном интервале $360\text{—}390^\circ\text{C}$ [5]. Отличие условий образования хризотиловых и собственно антигоритовых серпентинитов обусловлено не температурой, а влиянием стресса, способствующего перекристаллизации lizardite, bastite и chrysotile, образованных в статических условиях серпентинизации исходных гарцбургитов, с переходом в синкинематический антигорит. Образование тремолита обусловлено наличием в исходном составе ультрабазитов первичного клинопироксена, тогда как оталькование и образование стеатитов, как и антофиллита, вызваны термоконтактовым влиянием более поздних интрузий плагногранитов и тоналитов. Оталькование серпентинитовых минералов в равновесии с тремолитом определяет температуру уже около 600°C . Образование парагенезиса антофиллит+кварц на непо-

որ սերպենտինիտները բյուրեղային հիմքի ապարների համեմատությամբ
օժտված են ամենամեծ մագնիսականությամբ:

Նշված ուսումնասիրությունների արդյունքների և ամֆիբոլիտների հետ
սերտ համակցության առկայության հիման վրա հողվածում եզրակացվում է,
որ ուլտրամաֆիտային ֆորմացիան պատկանում է Պրոթետիսի օվկիանո-
սային կեղևին:

V. A. AGHAMALIAN

THE ARMENIAN SSR FOUNDATION PRECAMBRIAN ULTRAMAFIC FORMATION

A b s t r a c t

Carried out by the author detailed geological mapping as well as petrographical, petrochemical, geochemical and petrophysical investigations allow to establish the Precambrian ultramafic formation of the Balkalian crystalline foundation. It is presented by serpentinites, tremolites and steatites, which have formed as a result of of the Pro-Tethis alpinotybe harzburgites regional metamorphism.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агамалян В. А. Ультрамафитовая формация, Байкальский тектоно-магматический этап.—В кн.: Магматические и метаморфические формации Армянской ССР. Ереван, Изд. АН АрмССР, 1981, с. 50—55.
2. Агамалян В. А. Магматические и метаморфические формации метаморфических комплексов Армянской ССР.—В кн.: Происхождение и эволюция метаморфических формаций в истории Земли, т. 3, Новосибирск; 1986, с. 89—91.
3. Агамалян В. А. Стратиграфия докембрия Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1983, № 4, с. 26—39.
4. Багдасарян Г. П., Чибухян З. О. Основные петро-геохронологические особенности домеловых ультраосновных, основных и плагиогранитных интрузивов Цахкуняцкого антиклинория.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1976, № 1, с. 51—65.
5. Винклер Г. Генезис метаморфических пород. Изд. «Мир», М.; 1969, 247 с.
6. Колман Р. Г. Офиолиты. М.: Мир, 1979, 261 с.
7. Котляр В. Н. Памбак. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1958, 228 с.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, 1988, XI.1, № 4, 43—48.

УДК: 551.21 (479.25)

К. И. КАРАПЕТЯН

ОСТЫВШИЕ ЕДИНИЦЫ АРАГАЦКОГО ТИПА

В статье дается характеристика своеобразных остывших единиц, выделяемых под названием остывшие единицы арагацкого типа. Их отличительными признаками являются: 1) трехчленное строение, выраженное в чередовании обычных и перерожденных игнимбритов; 2) нахождение перерожденных, игнимбритов в средней части единицы и их более кислый состав; 3) наличие в контактах между составляющими единицу игнимбритами зон смешения; 4) единый минеральный состав.

I.

Термин «остывшая единица» был предложен Р. Л. Смитом в 1960 г. [12]. Необходимость нововведения возникла в результате первых обобщений по игнимбритовому вулканизму и определялась стремлением достигнуть более глубокого понимания этого явления и, в особенности, «механизма образования потоков» и «истории источников их изверже-

որ սերպենտինիտները բյուրեղային հիմքի ապարների համեմատությամբ
օժտված են ամենամեծ մագնիսականությամբ:

Նշված ուսումնասիրությունների արդյունքների և ամֆիբոլիտների հետ
սերտ համակցության առկայության հիման վրա հողվածում եզրակացվում է,
որ ուլտրամաֆիտային ֆորմացիան պատկանում է Պրոթեաիսի օվկիանո-
սային կեղևին:

V. A. AGHAMALIAN

THE ARMENIAN SSR FOUNDATION PRECAMBRIAN ULTRAMAFIC FORMATION

A b s t r a c t

Carried out by the author detailed geological mapping as well as petrographical, petrochemical, geochemical and petrophysical investigations allow to establish the Precambrian ultramafic formation of the Balkalian crystalline foundation. It is presented by serpentinites, tremolites and steatites, which have formed as a result of of the Pro-Tethis alplnotybe harzburgites regional metamorphism.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агамалян В. А. Ультрамафитовая формация, Байкальский тектоно-магматический этап.—В кн.: Магматические и метаморфические формации Армянской ССР. Ереван, Изд. АН АрмССР, 1981, с. 50—55.
2. Агамалян В. А. Магматические и метаморфические формации метаморфических комплексов Армянской ССР.—В кн.: Происхождение и эволюция метаморфических формаций в истории Земли, т. 3, Новосибирск; 1986, с. 89—91.
3. Агамалян В. А. Стратиграфия докембрия Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1983, № 4, с. 26—39.
4. Багдасарян Г. П., Чибухян З. О. Основные петро-геохронологические особенности домеловых ультраосновных, основных и плагиогранитных интрузивов Цахкуняцкого антиклинория.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1976, № 1, с. 51—65.
5. Винклер Г. Генезис метаморфических пород. Изд. «Мир», М.; 1969, 247 с.
6. Колман Р. Г. Офиолиты. М.: Мир, 1979, 261 с.
7. Котляр В. Н. Памбак. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1958, 228 с.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, 1988, XI.1, № 4, 43—48.

УДК: 551.21 (479.25)

К. И. КАРАПЕТЯН

ОСТЫВШИЕ ЕДИНИЦЫ АРАГАЦКОГО ТИПА

В статье дается характеристика своеобразных остывших единиц, выделяемых под названием остывшие единицы арагацкого типа. Их отличительными признаками являются: 1) трехчленное строение, выраженное в чередовании обычных и перерожденных игнимбритов; 2) нахождение перерожденных, игнимбритов в средней части единицы и их более кислый состав; 3) наличие в контактах между составляющими единицу игнимбритами зон смешения; 4) единый минеральный состав.

I.

Термин «остывшая единица» был предложен Р. Л. Смитом в 1960 г. [12]. Необходимость нововведения возникла в результате первых обобщений по игнимбритовому вулканизму и определялась стремлением достигнуть более глубокого понимания этого явления и, в особенности, «механизма образования потоков» и «истории источников их изверже-

ний». Действительно, изучение остывших единиц, в которых исключаются перерывы в извержении серии потоков, дает неоценимую и достоверную информацию о эволюции и, как выясняется, флюидном режиме магм не только в ходе извержений, но и в предэруптивный период в очагах и каналах вулканов.

Под остывшей единицей Р. Л. Смит [12] понимает отложения единичного или нескольких извергающихся друг за другом пепловых потоков, которые «...остывали одновременно или в течение несколько растянутого периода времени» (с. 328). Остывшая единица может быть «простой», «если она соответствует зональности обособленного единичного потока» или «сложной», если «зональное строение отклоняется от предполагаемого в единичном потоке» [12, с. 328]; зональность выражается в текстурных изменениях, в основном по мощности единицы, важнейшие из которых являются «результатом сваривания и кристаллизации».

Термин «остывшая единица» ныне широко используется, подразделение же ее на простые и сложные пока не получило признания и обходится молчанием, вероятно, как из-за недостаточной определенности критериев выделения, так и трудностей в распознавании их на практике. Сказанное следует и из статьи Р. Л. Смита, который, приводя примеры остывших единиц, воздерживается от их более конкретных определений. Представляется, что предлагаемое Р. Л. Смитом подразделение, так же как и любая другая классификация единиц, преждевременны: многие, даже известные единицы пока еще мало изучены, а изученные проявляют слишком большее своеобразие. Об этом свидетельствует и пример остывшей единицы арагацкого типа, которая описывается в настоящей статье.

II

Извержения главной массы новейших игнимбритов территории Армянской ССР связаны с деятельностью вулкана Арагац [1, 10, 11, 4, 5 и др.]: вместе с основной частью мощного вулканического комплекса арагацкого массива они входят в состав верхнеплиоцен-четвертичной андезит-дацитовой формации Транскавказской вулканической зоны [6]. Специальными исследованиями, в том числе и палеомагнитными (Г. М. Солодовников), удалось установить, что игнимбритовый вулканизм проявлялся дважды: в эпоху Матуямы (I этап) и в плейстоценовое, доверхнеашельское время (II этап).

Игнимбриты I этапа (верхи плиоцена—низы плейстоцена) развиты, в основном на ЮВ склонах г. Арагац, локально обнажаясь в ущельях рр. Амберд, Касах и их притоков (у сс. Оргов, Дзорап, Парби, Оганаванк и т. д.) и в других пунктах, где они перекрываются и подстилаются лавами. Игнимбриты этапа проникли и в долину р. Памбак, слагая потоки т. н. «нижних туфов» [9]. Этап выражен, как будто, только следующими геолого-петрографическими типами, составляющими остывшую единицу (снизу вверх): 1) игнимбриты дзорапского типа (ИДТ), 2) игнимбриты амбердского типа (ИАМТ) и 3) игнимбриты оргов-шенаванского типа (ИОШТ).

II, плейстоценовый, этап был значительно разнообразнее и мощнее: извержения подавляющего большинства известных «армянских туфов и туфолов», далеко выходящих за пределы г. Арагац и обнаженных на площади около 1300 км², происходили именно в это время. Этап, в течение которого было извергнуто, по крайней мере, шесть геолого-петрографических типов игнимбритов, завершился формированием остывшей единицы в следующей последовательности: 1) игнимбриты зариджа-амбердского типа (ИЗАТ), 2) игнимбриты арктического типа (ИАТ) и 3) игнимбриты шамирам-ацашенского типа (ИШАТ).

Обе остывшие единицы имеют трехчленное строение, причем подстилающие (ИДТ, ИЗАТ) и перекрывающие (ИОШТ, ИШАТ) породы

представлены обычными, классическими игнимбритами, тогда как средние члены (ИАМТ, ИАТ) образованы перерожденными игнимбритами [7, 8], обычно неточно определяемыми как «туфолавы арктического типа».

По простиранию потоков, по удалении от привершинной зоны г. Арагац, в общем, уменьшаются их мощности и, что особенно четко наблюдается в обычных игнимбритах, количество крупных фьямме и ксенолитов, размерность фенокристаллов. В обоих случаях наибольшим развитием пользуются перекрывающие, а наименьшим—подстилающие игнимбриды, что в какой-то мере отражается в длине потоков; для этих же пород характерны меньшие, по сравнению с перерожденными игнимбритами, мощности (табл. 1).^{*} Потоки отличались высокой скоростью, способностью преодолевать топографические барьеры, причем перерожденные игнимбриды обладали меньшей мобильностью: известны только два случая подъема ИАТ на шлаковые конусы [8], тогда как такие случаи для обычных игнимбритов многочисленны [10, 13, 4 и др.], причем склоны, преодолеваемые последними, намного круче и иногда достигают 22—24° (шлаковый конус у с. Автона). Разница в подвижности игнимбритов видна и по аспект-отношениям (табл. 1).

Таблица 1
Параметры потоков остывших единиц

Тип игн.	Единица I этапа			Единица II этапа		
	ИДТ	ИАМТ	ИОШТ	ИЗАТ	ИАТ	ИШАТ
V	0.7	7.0	4.0	3.0	11.0	4.5
H	19	23	41	30	27.5	55
V/H	1/27000	1/2300	1/11000	1/10000	1/2500	1/12000

Примечание: V—средняя мощность потоков, в м; H—максимальная длина потоков, в км; V/H—аспект-отношение по Г. Уолкеру [14].

Наличие ксенолитов и их состав в перекрывающих и перерожденных игнимбритах говорит о том, что отложившие их потоки вначале двигались различными путями, скорее всего по разветвленной системе неглубоких долин, которые сливались в более крупные уже ниже по течению, фактически за пределами непосредственной постройки вулкана Арагац. Различная подвижность и объемы обусловили неодинаковую протяженность потоков, вследствие чего разрезы остывших единиц, особенно за пределами массива г. Арагац, во многих обнажениях неполные.

Подстилающие игнимбриды, в частности ИЗАТ, иногда определяемые как «дацитовая лава» [10, 3 и др.], там, где они залегают под перерожденными игнимбритами, представлены черно-серой, черной породой, окисленной только местами (у с. Зарнджа, г. Мусху-III и т. д.) до желтого цвета, но окисленной по «обратной» схеме в нижних частях потоков. По мощности степень спекаемости возрастает, причем часто в самых низах игнимбриды полурыхлы и даже рыхлы и содержат плохо уплощенные фьямме и их «заготовки»—куски пемзы и стекла. Такую же зональность имеют и потоки перекрывающих игнимбритов, но только там, где они находятся вне остывшей единицы; в контактах же с перерожденными игнимбритами они хорошо спечены, а фьямме местами сильно вытянуты, ленточны. Имея те же окраски, перекрывающие игнимбриды окисляются до кирпично-красных цветов, но уже с поверхности, иногда на всю глубину потока.

^{*} Данные по мощности, а, следовательно, и величина V/H, ИДТ недостаточно представительны, так как эти игнимбриды обнажены только у с. Дзорап, в конечной части потока, на протяжении всего 110—120 м.

Перерожденные игнимбриты монолитны, обычно окислены по всей толщине потоков до розоватых цветов; иногда в верхней части, особенно там, где нет перекрывающих игнимбритов, степень окисления возрастает и порода становится красноватой. Полигенность потоков (в понимании Г. М. Авчияна и Н. З. Тер-Давтян [2]) перерожденных игнимбритов, в частности ИАТ, в общем, заметнее, чем таковая потоков, подстилающих и перекрывающих игнимбритов: границы выражаются в тонких зонах кавернозности (у с. Пемзашен), мелкой трещиноватости (у сс. Антарут, Парби), в зонах обогащения фьямме (у с. Дзитанков) и т. д.

В контактах друг с другом игнимбриты имеют зоны смешения [8], но нигде не связаны постепенными переходами. Зоны смешения, захватывающие обе породы и имеющие нечеткие, даже условные границы, тем не менее не затушевывают контактов, которые хорошо фиксируются: смешение же выражается во взаимном «обмене» фьямме (рис. 1). Толщина зон смешения только иногда достигает 35—40 см; в единице I этапа они выражены хуже и еще тоньше (обычно до 5—7 см). Надо добавить, что перпендикулярные плоскостям ограничения единицы трещины остывания секут ее по всей мощности.



Рис. 1. Схема строения зоны смешения. 1 — перекрывающие, 2 — подстилающие игнимбриты и контакт между ними (К), Г — границы зоны смешения.

Как для отдельных потоков, так и для единиц в целом характерно отсутствие сортировки по мощности; распределение фенокристаллов, фьямме и ксенолитов незакономерно. Минеральный состав остывшей единицы остается постоянным (табл. 2).

Подстилающие и перекрывающие игнимбриты сложены фенокристаллами и их обломками, пемзовыми, стекловатыми и струйчато-волокнистыми фьямме, ксенолитами и матрицей, состоящей из пепла, песка и пыли. Состав этих пород колеблется в пределах андезит-дацит; фьямме, которые, как и другие частицы стекла в подавляющей массе остаются свежими, чаще имеют дацитовый состав.

Принципиальное отличие перерожденных игнимбритов заключается в строении матрицы, для которой характерны гиалиновые, иногда флюидальные структуры, пузырьчатость и обычная кристобалитизация. В процессе перерождения первично пирокластической матрицы в необычную «лавовидную», как предполагается, важная роль принадлежит летучим, очень высоким содержанием которых отличались эти породы во время отложения [7]; игнимбритовые, паратакситовые структуры сохранились в краевых и поверхностных частях некоторых пото-

ков ИАТ в долинах рр. Амберд, Шахверд, Касах. Есть различия в составе и строении фьямме: шлаковые, обычно андезитовые, остаются свежими, пемзовые же, дацитовые, в подавляющем большинстве растеклованы в калишпат-кристобалитовую массу. Перерожденные игнимбриты, имеющие преимущественно дацитовый состав, бывают всегда более кислыми, чем заключающие их игнимбриты (табл. 3).

Таблица 2

Состав остывших единиц (объемные %)

	Единица I этапа			Единица II этапа		
	ИДТ n=4	ИАМТ n=4	ИОШТ n=3	ИЗАТ n=4	ИАТ n=4	ИШАТ n=3
Pl	2.7	1.7	3.2	17.3	19.2	15.1
Opх	<0.1	<0.1	<0.1	0.6	0.7	0.6
Срх	<0.1	<0.1	0.3	1.2	1.1	1.0
Am	0.2	0.1	0.2	—	—	—
Rm	0.1	0.2	0.2	0.6	0.6	0.6
МФр	3.0	2.0	3.9	19.7	21.6	17.3
ПФ	2.2	12.8	8.3	4.4	8.4	5.2
ШФ	—	2.2	—	—	5.5	—
СтФ	0.1	—	1.6	14.6	—	6.3
СВФ	15.1	—	18.1	0.9	—	0.4
Ф	17.3	15.0	28.0	19.9	13.9	11.9
Кс	2.6	1.8	5.6	3.8	3.5	3.2
Ма	77.1	81.2	62.5	56.6	61.0	67.6

Примечание. Разрезы единицы I этапа—у с. Дзорап, II—в 1,5 км к В от с. Кош. ПФ—пемзовые, ШФ—шлаковые, СтФ—стекловатые, СВФ—струйчато-волокнустые фьямме. МФр—минеральная фракция. Ф—фьямме, Кс—ксенолиты, Ма—матрица. Приведены средние составы по разрезам; n—количество определений.

Таблица 3

Химический состав игнимбритов остывших единиц

	Единица I этапа			Единица II этапа		
	ИДТ обр. 2924	ИАМТ обр. 2925	ИОШТ обр. 2928	ИЗАТ обр. 3059	ИАТ обр. 3 64	ИШАТ обр. 3056
SiO ₂	63.45	67.65	62.30	64.21	65.10	59.13
TiO ₂	0.70	0.70	0.92	0.62	0.46	0.62
Al ₂ O ₃	16.90	16.55	16.40	17.11	16.23	16.04
Fe ₂ O ₃	1.98	2.98	3.70	0.98	2.87	1.90
FeO	1.28	0.28	—	2.27	1.13	1.42
MnO	0.07	0.09	0.07	0.07	0.07	0.11
MgO	1.30	0.91	1.23	1.49	1.34	1.47
CaO	3.29	2.03	3.73	3.07	3.55	7.40
Na ₂ O	3.90	4.20	3.60	4.00	4.70	4.10
K ₂ O	4.00	4.20	4.00	4.20	3.70	3.70
P ₂ O ₅	0.23	0.27	0.23	0.28	0.34	0.34
H ₂ O—	0.30	0.10	0.35	—	0.04	0.16
п. п. п.	3.15	0.16	3.10	2.08	0.31	3.80
Сумма	100.55	100.12	99.63	100.38	99.84	100.19

Примечание: разрез единицы I этапа—у с. Дзорап, II—в 1,5 км к В от с. Уджан. Аналитик Л. Оганесян.

Из краткой характеристики остывших единиц видно, что обе они имеют одинаковую историю остывания и одно и то же, весьма своеобразное строение. Это обстоятельство, а также факт неоднократности образования, дает основание для выделения их в особый тип—в остывшую единицу арагацкого типа. Основными отличительными признаками, естественно качественными, присущими остывшим единицам арагацкого типа, таким образом, являются:

- 1) Трехчленное строение, выраженное в чередовании обычных и перерожденных игнимбритов.
- 2) Нахождение перерожденных игнимбритов в средней части остывшей единицы и их относительно более кислый состав.
- 3) Наличие в контактах между составляющими единицу типами игнимбритов зон смещения.
- 4) Одинаковый минеральный состав для всей единицы.

Институт геологических наук
АН АрмССР

Поступила 30 X. 1987.

Կ. Ի. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

ԱՐԱԳԱՑԻ ՏԻՊԻ ՍԱՌԱՄ ՄԻԱՎՈՐՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հայկական ՍՍՀ բնատարածքում Արագած հրաբխի գործունեության հետ կապված երիտասարդ իզոխիմերրիտային հրաբխականության ուսումնասիրությանը ցույց տվեց, որ երկու էտապների ժայթքումների ժամանակ էլ (վերին պլիոցեն-ստորին պլեյստոցեն և պլեյստոցեն) տեղի են ունեցել իրենց բնույթով նման երևույթներ, որոնք պայմանավորել են յուրահատուկ, մինչ այժմ գիտությանն անհայտ սառած միավորների առաջացումը:

Այդ գոյացումները, որոնք հեղինակն առանձնացնում է «արագածի տիպի սառած միավորներ» անվան տակ, բնորոշվում են հետևյալ հիմնական տարրերիչ, բնականաբար նաև՝ որակական բնույթի հատկանիշներով:

1. Ունեն եռանդամ կառուցվածք, որն արտահայտվում է դասական՝ հրաբեկորային իզոխիմերրիտների և վերասերված՝ լավանման իզոխիմերրիտների հոսքերի հերթափոխմամբ, որոնք սովորաբար անճշտորեն որոշվում են որպես տուֆալավաներ կամ իզոխիսպումիտներ (արթիկ-տուֆ և այլն):

2. Վերասերված իզոխիմերրիտները ամենուրեք զբաղեցնում են սառած միավորի միջին մասը և ունեն ավելի թթվային կազմ: Դրանից բացի, վերասերված իզոխիմերրիտները բնութագրվում են իրենց ամբողջ հզորությամբ սովորական օքսիդացմամբ, ապաապակեցմամբ և գազային փուլի միներալառաջացմամբ:

3. Դասական և վերասերված իզոխիմերրիտների հոսքերի միջև գոյություն ունեն խառնման զոնաներ, որոնց հզորությունը հազվադեպ է գերազանցում մի քանի սմ, ունեն ոչ հստակ սահմաններ և արտահայտվում են ֆյամմենների փոխադարձ «փոխանակմամբ»:

4. Յուրաքանչյուր սառած միավորի բաղադրիչ մասերն ունեն միանման միներալային կազմ:

Միանգամայն եզակի բնույթի սառած միավորների բաղմիցս առաջացումը, որոնց մեջ բացառվում են հոսքերի ժայթքումների միջև հղած ընդհատումները, անգնահատելի և ստույգ տեղեկություն է տալիս մագմայի էվոլյուցիայի և, ինչպես պարզվեց, ֆլյուիդային ուժի մի վերաբերյալ ոչ միայն ժայթքումների ընթացքում, այլ հրաբխային օջախում և խառնարանում՝ մինչև ժայթքումները:

THE ARAGATS-TYPE COOLED-DOWN UNITS

A b s t r a c t

The original aragats-type cooled down units are characterised in this paper. Their distinctive indications are followings: 1) the trinomial structure, expressed by alternation of normal and regenerated ignimbrites, 2) the presence of regenerated ignimbrites in the middle part of an unit and their being comparatively high in SiO_2 , 3) the presence of mixed zones between the constituent ignimbrites of the cooled-down units, 4) the common mineral composition.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абих Г.* Геология Армянского нагорья. Западная часть.—Зап. Кавказ. отд. Русск. геогр. об-ва, Пятигорск: кн. 21, 1899. 202 с.
2. *Авчян Г. М., Тер-Давтян Н. З.* Возможность классификации игнимбритовых потоков по пористости и условия их образования.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987, т. XL, № 6, с. 49—56.
3. *Адамян А. А.* Туфы и туфолавы южных склонов массива г. Арагац.—Изв. АН АрмССР, сер. геол. и геогр. наук, 1951, т. 4, № 3, с. 231—247.
4. *Амарян В. М.* О генезисе туфов и «туфолав» Армении.—В кн.: Вулканические и вулкано-плутонические формации, М.: Наука, 1966, с. 134—139.
5. *Горшков Г. С.* О строении вулкана Арагац и его игнимбритах.—В кн.: Туфолавы и игнимбиты, М.: Изд. АН СССР, 1961, с. 66—71.
6. *Карпетян К. И.* Верхнеплиоцен-четвертичные магматические формации и вулканизм Армении.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1969, т. XXIII, № 3, с. 3—14.
7. *Карпетян К. И.* О пирокластическом происхождении «туфолав» Армянской ССР.—В кн.: Вулканизм и связанные с ним процессы, вып. 1, Петропавловск-Камчатский, 1985, с. 89—90.
8. *Карпетян К. И.* Об игнимбритовой природе арктик-туфа («туфолавы арктического типа»).—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1985, т. XXXVIII, № 5, с. 38—44.
9. *Карпетян К. И., Солодовников Г. М.* Новые данные о возрасте и стратиграфии игнимбритов Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987, т. XL, № 2, с. 24—30.
10. *Лебедев П. И.* Вулкан Алагез и его лавы.—Гр. СОПС, серия закавказ., Л.: Изд. АН СССР и Упр. водн. хоз-ва ССР Армении, 1931, вып. 3, 379 с.
11. *Мкртчян К. А.* Некоторые замечания о генезисе туфов арктического типа (Армянская ССР).—Изв. АН СССР, серия геол., 1954, № 5, с. 119—126.
12. *Смит Р. Л.* Потоки вулканического лепла.—В кн.: Проблемы палеовулканизма, М.: ИЛ, 1963, с. 307—370.
13. *Ширинян К. Г.* Вулканические туфы и туфолавы Армении. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1961, 160 с.
14. *Walker G. P. L.* Ignimbrite types and ignimbrite problems—J. Volcanol. and Geotherm. Res., 1983, 17, № 1—4, p. 65—88.

УДК: 556.114

Г. В. ШАГИНИАН

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГИДРОХИМИИ ВОД АРЕВИС-БАРЦРАВАНСКОЙ ЗОНЫ

В статье изложен принцип расчленения территории на ландшафтно-геохимические фации, по которым проводились исследования гидрохимических особенностей вод Аревис-Барцраванской зоны.

Сложные рельефно-морфологические и геолого-литологические условия Аревис-Барцраванской зоны (сильная расчлененность, сложенность породами с разными гидрогеологическими параметрами), а также резко меняющиеся биоклиматические условия как по вертикали, так и в горизонтальном направлении, требуют привести ее гидрохимическую характеристику по отдельным ландшафтно-геохимическим фациям (ЛГФ, рис. 1). В последних перемещение элементов ограничивается местными базами эрозии. В одну ЛГФ обычно входят несколько сопряженных геохимических типов ландшафтов. В зависимости от особенностей последних, выделенных в ЛГФ, условия, влияющие на интенсивность миграции, в пределах одной и той же ЛГФ могут сильно отличаться друг от друга и в пределах разных ЛГФ они могут быть идентичными.

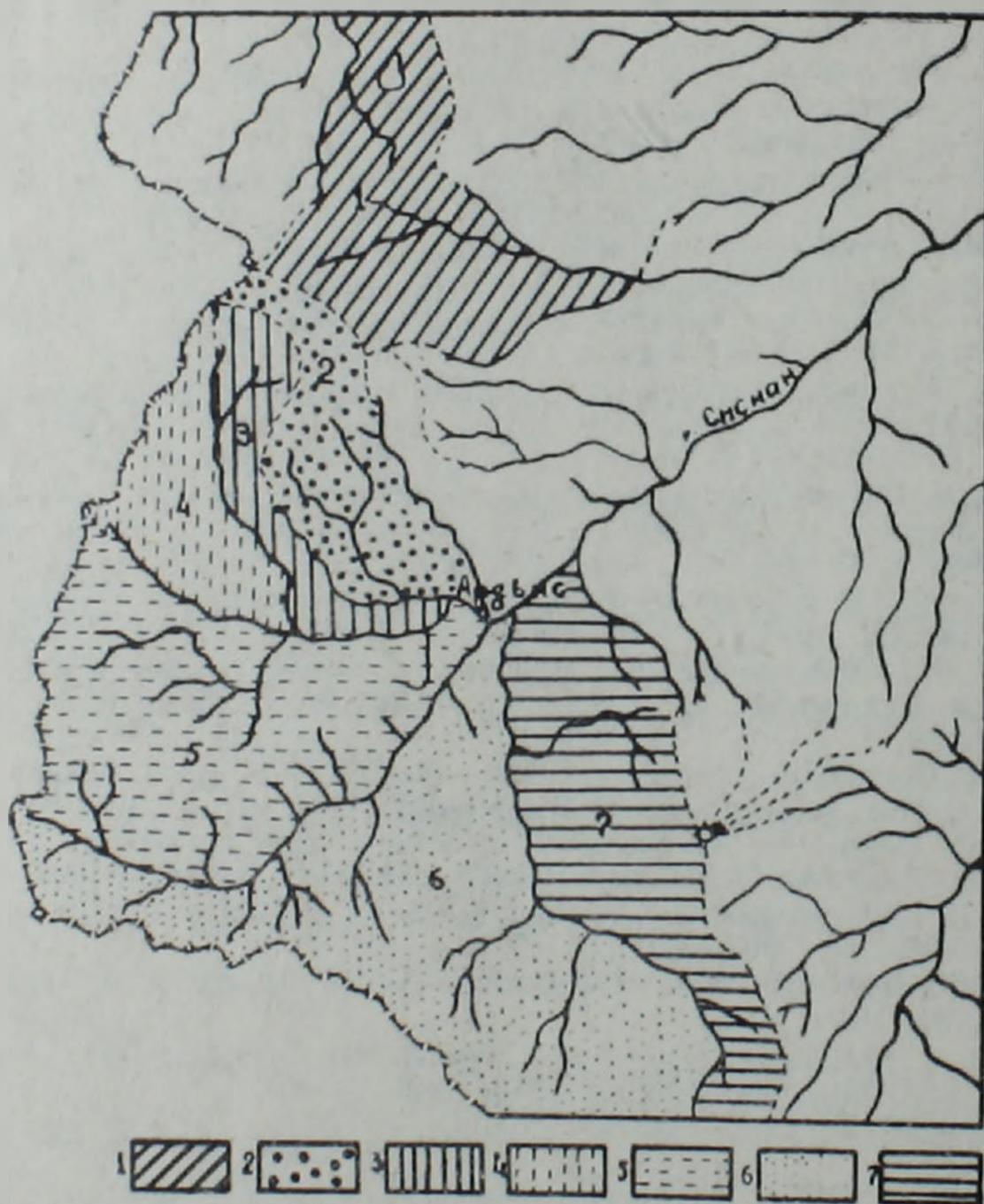


Рис. 1. Схематическая карта ландшафтно-геохимических фаций Аревис-Барцраванской зоны.

1. Субальпийско-горнолуговая;
2. Альпийско-субальпийско-лесостепная;
3. Субальпийско-лесостепная;
4. Альпийско-лесостепная;
5. Альпийско-субальпийско-лесная;
6. Альпийско-субальпийско-лесостепно-лесная;
7. Субальпийско-лесостепно-лесная.

В пределах изученной территории выделяются 18 ландшафтно-геохимических фаций, среди которых наиболее интересными являются: субальпийско-горнолуговая (Цацгет-Зардовгелская)*, альпийско-субальпийско-лесостепная (Саригюней-Каракертская), субальпийско-лесостепная (Ахмедаллар-Каракертская), альпийско-лесостепная (Мазмазак-Ахмедалларская), альпийско-субальпийско-лесная (Мазмазак-Камрчакская), альпийско-субальпийско-лесостепно-лесная (Камрчак-Гижгетская) и субальпийско-лесостепно-лесная (Восточно-Гижгетская).

Субальпийско-горнолуговая ЛГФ расположена в северной, северо-западной частях района. Воды ее отличаются небольшим содержанием растворенных солей. По химическому составу они принадлежат в основном к гидрокарбонатно-сульфатному кальций-натрий-магниевому классу. Единичные пробы—гидрокарбонатные натриево-кальциевые. Результаты анализов этих вод (табл. 1) показывают, что они, согласно наблюдениям в течение 3-х лет, характеризуются стабильностью своего химического состава. Максимальное значение минерализации не превышает 300 мг/л, значение рН среды—нейтральное.

Таблица 1
Химический состав вод субальпийско-горнолуговой ЛГФ

Элементы	Интервал содержаний мг/л	Типичный анализ мг/л	Типичный анализ мг экв.	Типичный анализ %-экв.
Na ⁺ +K ⁺	4,14—23,68	5,29	0,23	17,97
Ca ²⁺	8,16—40,8	11,42	0,57	44,53
Mg ²⁺	2,43—7,3	5,84	0,48	37,5
Cl ⁻	4,26—5,68	4,26	0,12	9,38
SO ₄ ²⁻	6,17—17,68	7,82	0,16	12,5
HCO ₃ ⁻	36,6—196,2	61,0	1,0	78,12
SiO ₂	32,5—38,0	35,5	—	—
М	98,46—287,47	155,63	—	—
рН	6,98—7,2	7,1	—	—

Альпийско-субальпийско-лесостепная ЛГФ протягивается от центральной части района к северу, северо-западу и характеризуется сильной расчлененностью рельефа, большими уклонами склонов. Выходы родников немногочисленны, и основная часть опробованных вод принадлежит к притокам р.р. Саригюней и Каракерт. Эти воды относятся к гидрокарбонатно-сульфатному кальций-натрий-магниевому классу (табл. 2). Максимальное значение минерализации—362 мг/л, содержание HCO₃⁻=207 мг/л, рН=8,13. Макрокомпоненты Са, Mg, SO₄ выступают с очень небольшими колебаниями содержаний, что говорит об их переходе в воды только из выщелачиваемых пород, не связанных с разложением сульфидов.

Таблица 2
Химический состав вод альпийско-субальпийско-лесостепной ЛГФ

Элементы	Интервал содержаний мг/л	Типичный анализ мг/л	Типичный анализ мг экв.	Типичный анализ %-экв.
Na ⁺ +K ⁺	15,4—21,84	19,31	0,84	27,36
Ca ²⁺	20,4—55,33	30,6	1,53	49,84
Mg ²⁺	7,3—10,94	8,52	0,7	22,88
Cl ⁻	5,68—8,52	5,68	0,16	5,21
SO ₄ ²⁻	8,64—26,34	24,69	0,51	16,61
HCO ₃ ⁻	134,2—219,6	146,4	2,4	78,18
М	197,45—361,96	235,2	—	—
рН	7,46—8,43	7,57	—	—

* При наименовании ЛГФ подчеркиваются геохимические типы ландшафтов, сопряженных в каждой ЛГФ. Одновременно в скобках приводятся названия рек, которые охватывают участок данной ЛГФ, что носит условный характер и приемлемо только для данного района.

Субальпийско-лесостепная ЛГФ распространена от центральной части района к северо-западу и характеризуется сложностью рельефо-морфологических условий. Воды, циркулирующие в пределах этой фации, принадлежат к гидрокарбонатно-сульфатному кальций-натрий-магниевому классу (табл. 3).

Таблица 3

Химический состав вод субальпийско-лесостепной ЛГФ

Элементы	Интервал содержаний мг/л	Типичный анализ мг/л	Типичный анализ мг экв.	Типичный анализ %-экв.
Na ⁺ +K ⁺	3,68—21,15	20,23	0,83	26,58
Ca ²⁺	16,32—53,04	36,72	1,88	56,79
Mg ²⁺	6,08—12,16	7,3	0,6	17,11
Cl ⁻	4,26—5,68	5,68	0,16	4,83
SO ₄ ²⁻	8,64—45,68	45,68	0,95	28,7
HCO ₃ ⁻	85,4—219,6	134,2	2,2	66,47
SiO ₂	28,0—33,0	29,0	—	—
M	189,53—332,23	249,61	—	—
pH	6,91—8,99	7,7	—	—

Максимальное значение минерализации—332,23 мг/л, pH=8,43. Эти воды отличаются низкой минерализацией и содержанием рудных компонентов, поскольку слагающие участок дациты, липарито-дациты, базальты, андезито-базальты, различные конгломераты и др., не изменены, и в них не выявлены рудные проявления.

Альпийско-лесостепная ЛГФ расположена на восточных склонах Загезурского хребта, в западном участке района. Площадь ее изрезана глубокими впадинами местных базисов эрозии, характеризуется преобладанием наземного стока над подземным. Основное количество атмосферных осадков питает многочисленные притоки рек Мазмазак и Ахмедаллар. Родники имеют сезонный характер и весьма немногочисленны. Состав их вод существенно отличается от состава вод наземного стока.

Характеристики вод альпийско-лесостепной ЛГФ приведены в табл. 4, откуда явствует, что воды родников принадлежат, в основном, к гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридному кальций-натрий-магниевому классу. В отдельных пробах содержание сульфат-иона превышает содержание карбонатного иона, что является результатом влияния руд Мазмазакского участка на эти воды.

Таблица 4

Химический состав вод альпийско-лесостепной ЛГФ

Элементы	Типичный анализ вод родников, %-экв.	Типичный анализ вод бассейна р. Мазмазак, %-экв.	Типичный анализ вод р. Мазмазак, %-экв.	Типичный анализ поверхностных вод бассейна р. Ахмедаллар, %-экв.
Na ⁺ +K ⁺	28,58	34,01	14,52	26,59
Ca ²⁺	35,71	33,33	66,74	55,29
Mg ²⁺	35,71	35,66	18,74	18,12
Cl ⁻	14,28	12,4	3,75	4,83
SO ₄ ²⁻	14,28	19,38	68,15	28,7
HCO ₃ ⁻	71,44	38,22	28,1	66,47
SiO ₂	мг/л 22,5	мг/л 26,5	мг/л 20,0	мг/л 29,0
M	82,68	136,65	333,3	249,81
pH	7,71	не опр.	7,93	7,7

Воды левых притоков р. Мазмазак относятся к гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридному магний-натрий-кальциевому классу, но здесь сохраняется повышенное содержание гидрокарбонат-иона по отношению к сульфат-иону в 3—4 раза. Максимальная минерализация составляет 143 мг/л, наблюдается сравнительное повышение содержания кремне-

зема за счет выщелачивания силикатных пород, слагающих русла притоков.

Воды самой р. Мазмазак сильно отличаются от вышеописанных и относятся к сульфатно-гидрокарбонатному кальций-магний-натриевому классу, при минерализации 530 мг/л, $\text{pH}=7,0$. В водах обнаружены значительно превышающие ПДК содержания As, Zn, Mo и др.

Воды бассейна р. Ахмедаллар характеризуются небольшим содержанием растворенных солей и относятся к гидрокарбонатно-сульфатному кальций-натрий-магниевому классу. У левых притоков реки наблюдаются несущественные изменения в катионном ряду и снижение значения pH до 6,87, минерализации—до 100 мг/л.

Альпийско-субальпийско-лесная ЛГФ своими гидрохимическими особенностями выделяется на фоне остальных в связи с наличием в ней двух рудных месторождений, рудничные воды которых имеют большой дебит (35—40 л/сек для Мазмазакского и 25—30 л/сек для Марджанского участков) и сильно влияют на общий режим и химический состав остальных вод.

Фоновые воды Марджанского участка относятся к гидрокарбонатно-сульфатному кальций-натрий-магниевому, а рудничные—к сульфатно-гидрокарбонатному кальций-магний-натриевому классам. Значения pH и минерализации соответственно составляют 7,32; 166 мг/л и 7,44; 515 мг/л (табл. 5). Фоновые воды принадлежат к гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридному кальций-магний-натриевому классу, при максимальной минерализации 330 мг/л. Значение pH —нейтральное.

Рудничные воды Мазмазакского участка принадлежат к сульфатному кальций-магниевому классу (табл. 5) при минерализации 1700 мг/л с концентрацией водородных ионов, соответствующей слабокислой среде. Из макрокомпонентов в составе рудничных вод наблюдается постоянное преобладание сульфат-иона над остальными, а из катионов господствующим является кальций. Минерализация этих вод превышает 1700 мг/л (Мазмазакский участок). Значение pH —нейтральное. Процессы окисления весьма интенсивны и после понижения концентраций водородных ионов осядающее количество компонентов рудной минерализации продолжает мигрировать на некоторое расстояние. В отдельных пробах, отобранных прямо на выходе вод на поверхность, зафиксированы значения $\text{pH}=2,5-3,0$. Таким образом, основную роль здесь играют процессы окисления, которые определяют содержание и поведение как макро-, так и микрокомпонентов в водах.

Весьма разнообразно поведение Fe, Cu, Zn в зоне гипергенеза. Окисляющийся пирит является основным источником снабжения железом циркулирующих здесь вод. Известна труднорастворимость сульфидов меди и цинка ($\text{PP CuS}=6,3 \times 10^{-36}$, $\text{ZnS}=1,6 \times 10^{-24}$), но растворимость их сульфатов высока— $\text{ZnSO}_4=541 \text{ г/кг}$, $\text{CuSO}_4=205 \text{ г/кг}$ [1]. Реакция разложения сфалерита— $2\text{ZnS} + 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{ZnSO}_4 + 4\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ [9], при наличии пирита, вследствие наложения электрохимического растворения, может в значительной степени активизироваться [8]. Нам представляется, что можно было ожидать более высоких содержаний рудных компонентов, если бы не высокие концентрации их основного осадителя—карбоната кальция. Значение $\text{pH}=7,2-7,5$, минерализация составляет 1,5—1,7 г/л. Наличие молибдена в водах участка Мазмазак объясняется наличием молибденитового оруденения и благоприятных условий для его выщелачивания. При окислении молибденита ($2\text{MoS}_2 + 9\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2(\text{MoO}_2, \text{SO}_4) + 2\text{H}_2\text{SO}_4$) образуется хорошо растворимое в воде соединение.

Наличие марганца в водах связано с значительным содержанием этого элемента в сульфидных рудах. Не исключена возможность су-

Таблица 5

Химический состав вод Марджанского и Мазмазакского участков

Элементы	Участок Марджан						Участок Мазмазак					
	Фоновые воды			Рудничные воды			Фоновые воды			Рудничные воды		
	Интервал содержаний мг/л	Типичный анализ		Интервал содержаний мг/л	Типичный анализ		Интервал содержаний мг/л	Типичный анализ		Интервал содержаний мг/л	Типичный анализ	
		мг/л	% экв.									
Na ⁺ +K ⁺	7,36 — 46,44	9,20	16,99	9,89 — 29,20	17,24	10,98	2,07 — 19,31	9,20	29,41	6,4 — 55,6	6,44	2,06
Ca ²⁺	8,16 — 63,23	30,60	64,82	53,04 — 128,5	91,80	67,66	4,04 — 57,12	10,2	37,50	63,2 — 360,6	193,8	71,1
Mg ²⁺	4,86 — 12,16	4,86	16,99	7,29 — 20,67	18,24	21,96	2,43 — 15,80	5,35	33,09	14,9 — 62,8	27,26	16,54
Cl ⁻	4,26 — 5,68	5,68	6,78	4,97 — 8,52	5,68	2,34	4,26 — 5,68	5,68	11,76	4,9 — 10,6	8,52	1,76
SO ₄ ²⁻	12,75 — 37,86	28,81	25,42	165,8 — 302,9	224,7	68,37	9,05 — 152,3	19,34	29,41	201,2 — 898,7	593,4	90,9
HCO ₃ ⁻	61,0 — 231,8	97,6	67,8	48,8 — 183,0	122,0	29,29	не обн. — 73,2	48,80	58,83	48,8 — 372,7	61,0	7,36
SiO ₂	12,6 — 18,9	16,38	—	11,6 — 25,2	22,7	—	14,0 — 45,5	19,0	—	45,5 — 65,5	65,5	—
M	126,2 — 335,9	203,3	—	454,9 — 670,1	215,7	—	70,44 — 14,332,3	128,7	—	403,7 — 1728,0	1020,8	—
PH	7,69 — 8,40	7,77	—	6,65 — 8,19	7,73	—	5,0 — 7,93	7,0	—	5,74 — 7,59	6,31	—
Fe	0,05 — 0,52	не обн.	—	0,08 — 4,80	0,08	—	0,08 — 1,47	0,16	—	0,28 — 103,1	26,13	—
Cu	0,004 — 0,008	не обн.	—	0,012 — 0,088	0,016	—	0,004 — 0,032	0,008	—	0,0008 — 0,13	0,005	—
Zn	0,01	не обн.	—	0,01 — 0,4	0,01	—	не обн.	не обн.	—	0,02 — 0,65	0,08	—
Mn	не обн.	—	—	0,02 — 1,54	0,16	—	не обн.	не обн.	—	0,22 — 1,43	0,99	—
As	не обн.	не обн.	—	0,02 — 0,08	0,02	—	не обн.	не обн.	—	0,02 — 0,08	0,04	—
Mo	не обн.	не обн.	—	не обн.	не обн.	—	не обн.	не обн.	—	0,005 — 0,006	0,005	—

существования в подземных водах бескислородной глеевой среды с Eh от —0,2 до —0,3 В, при которой Mn может поступать в воды из вмещающих пород [6]. Сульфат марганца— $MnSO_4$ в присутствии H_2SO_4 быстро растворяется (растворимость $MnSO_4=629$ г/кг).

В воды As поступает в результате окисления энаргита, теннантита, аурипигмента, реальгара, которые в больших количествах присутствуют в рудах Мазмазакского участка. В зоне гипергенеза они не устойчивы. Образующиеся при окислении, например, реальгара, арсенолиты хорошо растворяются, обогащая воды мышьяком.

Альпийско-субальпийско-лесостепно-лесная ЛГФ также сильно расчленена и покрыта густой сетью местных базисов эрозии. Выходы родников немногочисленны, так как наземный сток сильно преобладает над подземным. Зафиксированные же родники находятся только в бассейне р. Камрчак, по течению которой наблюдается некоторая зональность изменения химического состава вод (табл. 6).

Химический состав вод альпийско-субальпийско-лесостепно-лесной ЛГФ Таблица 6

Элементы	Верховья р. Камрчак, типичный анализ, %-экв.	Низовья р. Камрчак, типичный анализ, %-экв.	Родниковые воды лгф, типичный анализ, %-экв.	Воды бассейна р. Гижгет, типичный анализ, %-экв.
$Na^+ + K^+$	21,21	23,23	14,06	16,06
Ca^{2+}	61,47	51,52	64,72	65,60
Mg^{2+}	17,32	25,25	21,22	18,34
Cl^-	5,19	8,08	4,24	7,34
SO_4^{2-}	34,20	11,11	10,88	19,27
HCO_3^-	61,60	80,81	84,88	73,39
	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л
SiO_2	не опр.	18,00	15,00	10,00
M	172,21	179,04	315,50	180,91
pH	7,69	8,01	8,19	7,77

Воды бассейна верхнего течения р. Камрчак характеризуются гидрокарбонатно-сульфатным кальций-натрий-магниевым классом. В зависимости от продолжительности циркуляции наблюдаются некоторые изменения в катионном ряду, но они не носят постоянного характера и не могут влиять на определение класса вод. По частоте встречаемости отмеченный класс является господствующим. Максимальное значение минерализации достигает 184 мг/л, pH=7,20, содержание $HCO_3=109,8$ мг/л.

Воды нижнего течения р. Камрчак по своему химическому составу более стабильны и выступают в основном гидрокарбонатно-сульфатным кальций-натрий-магниевым классом. Максимальное значение минерализации достигает 250 мг/л, pH среды—7,95. Содержание кремнезема колеблется в пределах 14,0—20,0, мг/л, при этом максимальная его концентрация зафиксирована в водах с минимальной минерализацией 180 мг/л и максимальном pH—8,01.

Родниковые воды по своему химическому составу не очень отличаются от вышеописанных. Существует некоторое различие в минерализации и в эпизодическом убывании роли магния в катионном ряду. Максимальное значение минерализации здесь достигает 370 мг/л, при максимальном содержании гидрокарбонат-иона 260 мг/л.

Воды бассейна р. Гижгет в основном гидрокарбонатно-сульфатные кальций-магний-натриевые с максимальной минерализацией 227 мг/л, при содержании гидрокарбонат-иона 134 мг/л.

Субальпийско-лесостепно-лесная ЛГФ расположена на восточных берегах р. Гижгет, в южной части исследованного района. Воды этой ЛГФ принадлежат к гидрокарбонатно-сульфатному кальций-магний-натриевому классу (табл. 7). Максимальное значение минерализации—245 мг/л, pH=8,28. В этих водах наблюдается постоянное соот-

ношение $\text{HCO}_3/\text{SO}_4=4-5$, что является результатом отсутствия ору- денения в пределах фации при небольшом распространении известко- вых образований.

Таблица 7

Химический состав вод субальпийско-лесостепно-лесной ЛГФ

Элементы	Интервал содержаний, мг/л	Типичный анализ, мг/л	Типичный анализ, мг экв.	Типичный анализ, %-экв.
$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	4,14—13,79	10,81	0,47	22,49
Ca^{2+}	22,44—36,72	22,44	1,12	53,51
Mg^{2+}	3,65—8,52	6,08	0,50	23,92
Cl^-	4,26—5,68	5,68	0,16	7,66
SO_4^{2-}	8,23—20,16	16,05	0,33	15,79
HCO_3^-	85,4—146,4	97,60	1,60	76,55
SiO_2	10,0—19,0	14,0	—	—
M	170,98—245,19	180,60	—	—
pH	7,55—8,31	7,55	—	—

Таким образом, можно выделить ЛГФ с соответствующими их классами вод:

Субальпийско-горнолуговая ЛГФ характеризуется водами гидрокарбонатно-сульфатного кальций-магний-натриевого класса.

Альпийско-субальпийско-лесостепная ЛГФ представлена водами гидрокарбонатно-сульфатного кальций-натрий-магниевого класса.

Субальпийско-лесостепная ЛГФ представлена водами гидрокарбонатно-сульфатного кальций-натрий-магниевого класса.

Альпийско-лесостепная ЛГФ характеризуется водами гидрокарбонатно-сульфатного кальций-натрий-магниевого, гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридного кальций-натрий-магниевого, гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридного магний-натрий-кальциевого, сульфатно-гидрокарбонатного кальций-магний-натриевого и сульфатного кальций-магниевого классов.

Альпийско-субальпийско-лесная ЛГФ характеризуется водами гидрокарбонатно-сульфатного кальций-магний-натриевого, гидрокарбонатно-сульфатного кальций-натрий-магниевого, гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридного кальций-натрий-магниевого и сульфатно-гидрокарбонатного кальций-натрий-магниевого классов.

Альпийско-субальпийско-лесостепно-лесная ЛГФ представлена водами гидрокарбонатно-сульфатного кальций-магний-натриевого и гидрокарбонатно-сульфатного кальций-натрий-магниевого классов.

Субальпийско-лесостепно-лесная ЛГФ представлена водами гидрокарбонатно-сульфатного кальций-магний-натриевого класса.

Институт геологических наук АН АрмССР

Поступила 25.XI 1987.

Հ. Վ. ՇԱՀԻՆՅԱՆ

ԱՐԵՎԻՍ-ԲԱՐՃՐԱՎԱՆԻ ԶՈՆԱՅԻ ԶՐԵՐԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԶՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՀԱՏԿԱՆԻՇՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հողվածք նվիրված է Արևիս-Բարձրավանի դոնայում շրջապատայտ կատարող ջրերի քիմիական կազմի ուսումնասիրությանը: Մանրակրկիտ հետազոտությունների ժամանակ մեծ տարածությունների ընդհանուր նկարագրությունները չեն կարող ճշգրտորեն արտահայտել նրանց ջրաքիմիական

պատկերը: Այդ իսկ պատճառով այստեղ կիրառված է տեղանքի մասնատման սկզբունքն ըստ լանդշաֆտային-երկրաքիմիական ֆացիաների (ԼՖՖ), որոնց սահմաններում էլ կատարվել են ուսումնասիրությունները: Լանդշաֆտային-երկրաքիմիական ֆացիաներ են կոչվում տեղանքի այն հաստվածները, որոնց սահմաններում քիմիական տարրերի տեղաշարժը, ինչպիսի ձևով էլ որ այն կատարվի, սահմանափակվում է տեղական էրոզիոն բաղիսներով, որոնք, իրենց հերթին, հանդիսանում են սվյալ ԼՖՖ-ի սահմանները: Անկ ԼՖՖ-ի սահմաններում կարող են գտնվել փոխկապակցված լանդշաֆտների մի քանի երկրաքիմիական տիպեր, որոնցում տարրերի տեղաշարժը կարող է կրել ամենաբազմազան բնույթ, սակայն բոլոր դեպքերում և բոլոր տարրերի համար այն, հանդես գալով որպես գումարային վեկտոր, ուղղված է դեպի տեղական էրոզիոն բաղիսները: Երկու ԼՖՖ-երի նույնիսկ անմիջականորեն մոտիկ տեղադրման դեպքում, մեկին բնորոշ պայմաններն ու երևույթները, որոնք թելադրում են տարրերի տեղաշարժն ու դրանց բնույթը, շեն կարող ինչ-որ կերպով, կամ ինչ-որ շափով ազդել հարևան ԼՖՖ-ում տեղի ունեցող երևույթների և պրոցեսների վրա: Հիշյալ բնութագրումը չի տարածվում միայն տարրերի մթնոլորտային տեղաշարժի վրա:

Առաջնորդվելով վերը նշված սկզբունքով, ուսումնասիրված շրջանը մասնատված է 18 ԼՖՖ-երի, որոնցից սույն հոդվածում բննարկվում են 7 առավել ներկայացուցչականներում շրջապատույտ կուստարող ջրերը: Փորձ է արված ԼՖՖ-երի անվանումների միջոցով ընդգծել երկրաքիմիական լանդշաֆտների այն տիպերը, որոնք փախկապակցված են նշվող ԼՖՖ-ում: 'Իրանք են' ենթալպիական-լեռնամարգագետնային, ալպիական-ենթալպիական-անտառատափաստանային, ենթալպիական-անտառատափաստանային, ալպիական-ենթալպիական-անտառային, ալպիական-ենթալպիական-անտառային-տափաստանային ԼՖՖ-երը:

Ջրերի քիմիական կազմի, կազմավորման ու բեռնաթափման մարզերի յուրահատկություններից կախված, որոշ ԼՖՖ-երում դիտարկվել են ջրերի մի քանի խմբեր, որոնք ըստ քիմիական կազմի միավորվել են 6 հիմնական դասերում:

'Իրանք հետևյալներն են.

1. Ջրակարբոնատ-սուլֆատային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային,
2. Ջրակարբոնատ-սուլֆատային, կալցիում-նատրիում-մագնեզիումային,
3. Ջրակարբոնատ-սուլֆատ-քլորիդային, կալցիում-նատրիում-մագնեզիումային,
4. Ջրակարբոնատ-սուլֆատ-քլորիդային, մագնեզիում-նատրիում-կալցիումային,
5. Սուլֆատ-ջրակարբոնատային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային,
6. Սուլֆատային, կալցիում-մագնեզիումային:

Առաջին դասի ջրերը ամենուստարածվածներն են և բնութագրում են ենթալպիական-լեռնամարգագետնային, ենթալպիական-անտառատափաստանային, ալպիական-ենթալպիական-անտառային-տափաստանային և ենթալպիական-անտառային-տափաստանային ԼՖՖ-երը:

Երկրորդ դասով ներկայացված են ալպիական-ենթալպիական-անտառատափաստանային, ենթալպիական-անտառատափաստանային և մասնակիորեն, ալպիական-անտառատափաստանային, ալպիական-ենթալպիական-անտառային և ալպիական-ենթալպիական-անտառային-տափաստանային ԼՖՖ-երի ջրերը:

Երրորդ դասը տարածված է ալպիական-անտառատափաստանային և ալպիական-ենթալպիական-անտառային ԼՖՖ-երում:

Չորրորդ դասը ներկայացված է միայն ալպիական-անտառատափաստանային ՀԵՖ-ի Մաղձաղակի ավազանում:

Հինգերորդ դասի ջրերը նշվել են ալպիական-անտառատափաստանային և ալպիական-ինթալպիական-անտառային ՀԵՖ-երի առանձին տեղամասերում:

Վեցերորդ դասը բնութագրում է միայն Մաղձաղակի հանքային տեղամասի ջրերը:

H. V. SHAHIN AN

THE AREVIS-BARTSRAVAN ZONE WATERS HYDROCHEMISTRY MAIN FEATURES

Abstract

The territory subdividing into landscape-geochemical facies principle is briefly given, which the Arevis-Bartsravan zone waters hydrochemical peculiarities investigations are carried out by.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колотов Б. А., Крайнов С. Р., Рубейкин В. З., Самсонов Г. Б., Соколов И. Ю., Эленбоген А. М. Основы гидрохимических поисков рудных месторождений. М., Недра, 1983, 195 с.
2. Коротков А. И. Гидрохимический анализ при региональных геологических и гидрогеологических исследованиях. Л.: Недра, 1983, 231 с.
3. Крайнов С. Р., Швец В. М. Основы геохимии подземных вод. М.: Недра, 1980, 286 с.
4. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Изд-во «Химия», 1971, 543 с.
5. Перельман А. И. Геохимия эпигенетических процессов. М.: Недра, 1968, 316 с.
6. Перельман А. И. Особенности гипергенной миграции химических элементов в различных ландшафтно-геохимических условиях. Изд-во Гос. Геол. Комитета СССР, 1955, 99 с.
7. Перельман А. И. Геохимия ландшафта. М.: Высшая школа, 1966, 385 с.
8. Самарина В. С. Гидрогеохимия. Л.: Изд-во ЛГУ., 1977, 352 с.
9. Смирнов С. С. Зона окисления сульфидных месторождений. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1955, 286 с.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XI.1, № 4, 58—64, 1988

УДК 550.837

А. К. МАТЕВОСЯН

О СИСТЕМЕ ПАРАМЕТРОВ КАЖУЩЕГОСЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ И КАЖУЩЕЙСЯ ПОЛЯРИЗУЕМОСТИ

В статье рассмотрены тензоры кажущегося сопротивления и кажущейся поляризуемости: предложено несколько их инвариантов, наиболее эффективных при обработке результатов измерений и интерпретации. Представлены параметры кажущегося сопротивления и кажущейся поляризуемости, полученные простыми установками, через компоненты соответствующих тензоров.

Воспользуемся ортогональной системой координат XOY , совмещенной с поверхностью раздела земля-воздух, с центром координат, совпадающим с центром двух взаимно перпендикулярных приемных линий (диполей), ориентированных по осям x и y . При этом компоненты тензора кажущегося сопротивления ρ определяются по формулам [2, 5]:

Չորրորդ դասը ներկայացված է միայն ալպիական-անտառատափաստանային ՀԵՖ-ի Մաղձաղակի ավազանում:

Հինգերորդ դասի ջրերը նշվել են ալպիական-անտառատափաստանային և ալպիական-ինթալպիական-անտառային ՀԵՖ-երի առանձին տեղամասերում:

Վեցերորդ դասը բնութագրում է միայն Մաղձաղակի հանքային տեղամասի ջրերը:

H. V. SHAHIN AN

THE AREVIS-BARTSRAVAN ZONE WATERS HYDROCHEMISTRY MAIN FEATURES

Abstract

The territory subdividing into landscape-geochemical facies principle is briefly given, which the Arevis-Bartsravan zone waters hydrochemical peculiarities investigations are carried out by.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колотов Б. А., Крайнов С. Р., Рубейкин В. З., Самсонов Г. Б., Соколов И. Ю., Эленбоген А. М. Основы гидрохимических поисков рудных месторождений. М., Недра, 1983, 195 с.
2. Коротков А. И. Гидрохимический анализ при региональных геологических и гидрогеологических исследованиях. Л.: Недра, 1983, 231 с.
3. Крайнов С. Р., Швец В. М. Основы геохимии подземных вод. М.: Недра, 1980, 286 с.
4. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Изд-во «Химия», 1971, 543 с.
5. Перельман А. И. Геохимия эпигенетических процессов. М.: Недра, 1968, 316 с.
6. Перельман А. И. Особенности гипергенной миграции химических элементов в различных ландшафтно-геохимических условиях. Изд-во Гос. Геол. Комитета СССР, 1955, 99 с.
7. Перельман А. И. Геохимия ландшафта. М.: Высшая школа, 1966, 385 с.
8. Самарина В. С. Гидрогеохимия. Л.: Изд-во ЛГУ., 1977, 352 с.
9. Смирнов С. С. Зона окисления сульфидных месторождений. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1955, 286 с.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XI.1, № 4, 58—64, 1988

УДК 550.837

А. К. МАТЕВОСЯН

О СИСТЕМЕ ПАРАМЕТРОВ КАЖУЩЕГОСЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ И КАЖУЩЕЙСЯ ПОЛЯРИЗУЕМОСТИ

В статье рассмотрены тензоры кажущегося сопротивления и кажущейся поляризуемости: предложено несколько их инвариантов, наиболее эффективных при обработке результатов измерений и интерпретации. Представлены параметры кажущегося сопротивления и кажущейся поляризуемости, полученные простыми установками, через компоненты соответствующих тензоров.

Воспользуемся ортогональной системой координат XOY , совмещенной с поверхностью раздела земля-воздух, с центром координат, совпадающим с центром двух взаимно перпендикулярных приемных линий (диполей), ориентированных по осям x и y . При этом компоненты тензора кажущегося сопротивления ρ определяются по формулам [2, 5]:

$$\begin{aligned}
\rho_{xx} &= (E_{0x1} j_{y2} - E_{0x2} j_{y1}) / (j_{x1} j_{y2} - j_{x2} j_{y1}), \\
\rho_{xy} &= (E_{0x2} j_{x1} - E_{0x1} j_{x2}) / (j_{x1} j_{y2} - j_{x2} j_{y1}), \\
\rho_{yx} &= (E_{0y1} j_{y2} - E_{0y2} j_{y1}) / (j_{x1} j_{y2} - j_{x2} j_{y1}), \\
\rho_{yy} &= (E_{0y2} j_{x1} - E_{0y1} j_{x2}) / (j_{x1} j_{y2} - j_{x2} j_{y1}),
\end{aligned}
\tag{1}$$

где $\rho_{xx}, \rho_{xy}, \rho_{yx}, \rho_{yy}$ — компоненты тензора $\bar{\rho}$; j_x и j_y — x - и y -составляющие вектора плотности тока \vec{j} в центре приемных линий; E_{0x} и E_{0y} — x - и y -составляющие вектора напряженности первичного поля \vec{E}_0 . Индексами 1 и 2 обозначены соответствующие составляющие параметров электрических полей при возбуждении поля первой и второй питающими линиями (при первом и втором направлениях вектора плотности тока), соответственно. Отметим, что векторы \vec{j}_1 и \vec{j}_2 не коллинеарны.

Главные (максимальное и минимальное) значения тензора $\bar{\rho}$ равны

$$\bar{\rho}_{cx} = \left| \sqrt{(\rho_{xx} - \rho_{yy})^2 + (\rho_{xy} + \rho_{yx})^2} \pm \sqrt{(\rho_{xx} + \rho_{yy})^2 + (\rho_{xy} - \rho_{yx})^2} \right| / 2. \tag{2}$$

Направления главных значений тензора $\bar{\rho}$ определяются по формуле:

$$\varphi_{cx} = \frac{1}{2} \left(\operatorname{arctg} \frac{\rho_{xy} + \rho_{yx}}{\rho_{xx} - \rho_{yy}} + \operatorname{arctg} \frac{\rho_{xy} - \rho_{yx}}{\rho_{xx} + \rho_{yy}} + \pi k \right), \tag{3}$$

где $k=0, 1$. Величина кажущегося сопротивления, являющаяся значениями тензора $\bar{\rho}$, определяется отношением величин полной напряженности первичного поля к плотности тока для каждого направления возбуждаемого поля и представляется следующим образом:

$$\bar{\rho} = E_0 / j = \sqrt{(\rho_{xx} \cos \delta + \rho_{xy} \sin \delta)^2 + (\rho_{yx} \cos \delta + \rho_{yy} \sin \delta)^2}, \tag{4}$$

где δ — угол между вектором \vec{j} и осью x .

Аналогичным образом определяются компоненты тензора кажущейся поляризуемости $\bar{\eta}$:

$$\begin{aligned}
\eta_{xx} &= (E_{ВПx1} E_{0y2} - E_{ВПx2} E_{0y1}) / (E_{0x1} E_{0y2} - E_{0x2} E_{0y1}), \\
\eta_{xy} &= (E_{ВПx2} E_{0x1} - E_{ВПx1} E_{0x2}) / (E_{0x1} E_{0y2} - E_{0x2} E_{0y1}), \\
\eta_{yx} &= (E_{ВПy1} E_{0y2} - E_{ВПy2} E_{0y1}) / (E_{0x1} E_{0y2} - E_{0x2} E_{0y1}), \\
\eta_{yy} &= (E_{ВПy2} E_{0x1} - E_{ВПy1} E_{0x2}) / (E_{0x1} E_{0y2} - E_{0x2} E_{0y1}),
\end{aligned}
\tag{5}$$

где $\eta_{xx}, \eta_{xy}, \eta_{yx}, \eta_{yy}$ — компоненты тензора $\bar{\eta}$; $E_{ВПx}$ и $E_{ВПy}$ — x - и y -составляющие вектора напряженности вторичного поля (поля ВП) $\vec{E}_{ВП}$. При этом векторы \vec{E}_{01} и \vec{E}_{02} не коллинеарны.

Главные (максимальное и минимальное) значения тензора $\bar{\eta}$ определяются по формуле:

$$\eta_{cx} = \left| \sqrt{(\eta_{xx} - \eta_{yy})^2 + (\eta_{xy} + \eta_{yx})^2} \pm \sqrt{(\eta_{xx} + \eta_{yy})^2 + (\eta_{xy} - \eta_{yx})^2} \right| / 2, \tag{6}$$

а их направления можно получить по выражению:

$$\varphi_{ex}^* = \frac{1}{2} \left(\operatorname{arctg} \frac{\eta_{xy} + \eta_{yx}}{\eta_{xx} - \eta_{yy}} + \operatorname{arctg} \frac{\eta_{xy} - \eta_{yx}}{\eta_{xx} + \eta_{yy}} + \pi k \right). \quad (7)$$

Кажущаяся поляризуемость, являющаяся значениями тензора $\bar{\eta}$, определяется отношением величин полных напряженностей вторичного и первичного полей

$$\bar{\eta} = E_{\text{ВП}}/E_0 = \sqrt{(\eta_{xx} \cos^2 \delta_0 + \eta_{xy} \sin^2 \delta_0)^2 + (\eta_{yx} \cos^2 \delta_0 + \eta_{yy} \sin^2 \delta_0)^2}, \quad (8)$$

где δ_0 — угол между вектором E_0 и осью x . Величину $\bar{\eta}$ в зависимости от δ можно представить следующим образом:

$$\bar{\eta} = \left\{ |(\eta_{xx} \rho_{xx} + \eta_{xy} \rho_{yx}) \cos^2 \delta + (\eta_{xy} \rho_{xy} + \eta_{yy} \rho_{yy}) \sin^2 \delta|^2 + |(\eta_{yx} \rho_{xx} + \eta_{yy} \rho_{yx}) \cos^2 \delta + (\eta_{yx} \rho_{xy} + \eta_{yy} \rho_{yy}) \sin^2 \delta|^2 \right\}^{1/2} / \rho. \quad (9)$$

Данная формула наглядно отражает зависимость параметров вторичного поля (в частности $\bar{\eta}$) от характера первичного поля, пренебрежение которым при интерпретации результатов теоретических и экспериментальных исследований поля ВП может привести к значительным погрешностям. По формулам (4), (8) и (9) можно рассчитать значения ρ и $\bar{\eta}$ при различных направлениях возбуждаемого электрического поля, что позволит построить диаграммы этих параметров [4]. Отметим, что представленные параметры кажущейся поляризуемости получены при допущении линейности и справедливости принципа суперпозиции процессов ВП.

При повороте приемных линий вокруг их центра в плоскости XOY на угол θ , т. е. определении параметров электрических полей по направлениям осей x и y , составляющие векторов \vec{j} , \vec{E}_0 , $\vec{E}_{\text{ВП}}$ преобразуются согласно выражениям [1]:

$$A_x = A_x \cos \theta + A_y \sin \theta, \quad A_y = -A_x \sin \theta + A_y \cos \theta.$$

Здесь символом A обозначены векторы \vec{j} , \vec{E}_0 , $\vec{E}_{\text{ВП}}$; θ считается положительным при отсчете от полярной оси против часовой стрелки.

Преобразование компонентов двумерного тензора второго ранга a , при повороте координатной плоскости на угол θ , производится по представленным выражениям:

$$\begin{aligned} a'_{xx} &= [a_{xx} + a_{yy} + (a_{xx} - a_{yy}) \cos 2\theta + (a_{xy} + a_{yx}) \sin 2\theta] / 2, \\ a'_{xy} &= [a_{xy} - a_{yx} + (a_{xy} + a_{yx}) \cos 2\theta - (a_{xx} - a_{yy}) \sin 2\theta] / 2, \\ a'_{yx} &= [-a_{xy} + a_{yx} + (a_{xy} + a_{yx}) \cos 2\theta - (a_{xx} - a_{yy}) \sin 2\theta] / 2, \\ a'_{yy} &= [a_{xx} + a_{yy} - (a_{xx} - a_{yy}) \cos 2\theta - (a_{xy} + a_{yx}) \sin 2\theta] / 2, \end{aligned} \quad (10)$$

здесь a_{xx} , a_{xy} , a_{yx} , a_{yy} и a'_{xx} , a'_{xy} , a'_{yx} , a'_{yy} — старые и новые компоненты тензора. Инвариантами тензора a , в частности, являются величины $a_{xx} + a_{yy}$, $a_{xy} - a_{yx}$, a_{\max} , a_{\min} , $|a_{\max} \cdot a_{\min}|^{1/2}$, a_{\max}/a_{\min} , которые могут являться основными интерпретируемыми параметрами тензорного поля ввиду их устойчивости к изменениям выбранной системы координат. В рассматриваемом случае под a подразумеваются соответствующие величины кажущегося сопротивления (КС) и кажущейся поляризуемости (КП). При изучении первичных и вторичных электрических полей представляется целесообразным использование таких

параметров, как $\bar{\rho}_{\max}$, $\bar{\rho}_{\min}$ и $\bar{\tau}_{\max}$, $\bar{\tau}_{\min}$, а также $(\bar{\rho}_{\max} \cdot \bar{\rho}_{\min})^{1/2}$, $\bar{\rho}_{\max}/\bar{\rho}_{\min}$ и $(\bar{\tau}_{\max} \cdot \bar{\tau}_{\min})^{1/2}$, $\bar{\tau}_{\max}/\bar{\tau}_{\min}$.

Из представленных выражений следует: а) в случае несимметричного тензора, путем поворота координатной системы вокруг перпендикулярной оси, невозможно преобразовать его в симметричный, и тем самым, усреднение значений ρ_{xy} и ρ_{yx} , представляя их через $(\rho_{xy} + \rho_{yx})/2$ (или τ_{xy} и τ_{yx} через $(\tau_{xy} + \tau_{yx})/2$) [2], может привести к значительным погрешностям при определении основных интерпретируемых параметров; б) диаграммы $\bar{\rho}'$ и $\bar{\tau}'$, построенные в новой координатной системе, при повороте на угол θ , полностью совмещаются с диаграммами $\bar{\rho}$ и $\bar{\tau}$ (иными словами, при наложении диаграмм КС и КП соответственно, полученных различными парами взаимно перпендикулярных приемных диполей, и их ориентировке по направлениям возбуждаемого поля, эти диаграммы полностью совпадут); в) направления экстремальных значений тензоров КС и КП в новой координатной системе через значения (соответствующие) в старой системе, определяются по выражениям:

$$\varphi'_{ex} = \varphi_{ex} - \theta \quad \text{и} \quad \varphi''_{ex} = \varphi_{ex} - \theta, \quad (11)$$

полученными из (3) и (7) с использованием преобразований (10).

Параметры КС и КП, определяемые при векторной съемке с измерением двух взаимно перпендикулярных составляющих электрических полей путем возбуждения поля двумя питающими заземлениями [3, 5, 7], можно представить через компоненты тензоров $\bar{\rho}$ и $\bar{\tau}$:

$$\begin{aligned} \rho_R &= E_0 \cos \alpha_1 / j = \rho_{xx} \cos^2 \delta + (\rho_{xy} + \rho_{yx}) \sin \delta \cos \delta + \rho_{yy} \sin^2 \delta, \\ \rho_V &= E_0 \sin \alpha_1 / j = \rho_{xy} \sin^2 \delta + (\rho_{xx} - \rho_{yy}) \sin \delta \cos \delta - \rho_{yx} \cos^2 \delta, \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \eta_k &= E_{\text{вп}} \cos \alpha_2 / F_0 = \tau_{xx} \cos^2 \delta_0 + (\tau_{xy} + \tau_{yx}) \sin \delta_0 \cos \delta_0 + \tau_{yy} \sin^2 \delta_0, \\ \eta_v &= E_{\text{вп}} \sin \alpha_2 / E_0 = \tau_{xy} \sin^2 \delta_0 + (\tau_{xx} - \tau_{yy}) \sin \delta_0 \cos \delta_0 - \tau_{yx} \cos^2 \delta_0, \end{aligned}$$

где α_1 — угол между \vec{E}_0 и j ; α_2 — угол между $\vec{E}_{\text{вп}}$ и \vec{E}_0 . Здесь компоненты тензоров КС и КП определяются теми значениями параметров электрического поля, которые проявляются при его возбуждении поочередно первым и вторым питающими электродами с использованием дополнительного питающего электрода, отнесенного на бесконечность. Отметим, что выражения (12) справедливы, если направления электрического поля (вектора плотности тока в методе сопротивлений и вектора напряженности первичного поля в методе вызванной поляризации) в пункте наблюдений при возбуждении поля отдельно каждым электродом не совпадают. В противном случае, понятия компонентов тензоров $\bar{\rho}$ и $\bar{\tau}$, определяемых по выражениям (1) и (5), теряют смысл.

Проанализируем особенности параметров КС (ρ_R, ρ_V) и КП (η_k, η_v)

1. Экстремальные значения КС и КП определяются по выражениям:

$$\begin{aligned} \rho_{kex} &= [\rho_{xx} + \rho_{yy} \pm \sqrt{(\rho_{xx} - \rho_{yy})^2 + (\rho_{xy} + \rho_{yx})^2}] / 2, \\ \rho_{vex} &= [\rho_{xy} - \rho_{yx} \pm \sqrt{(\rho_{xx} - \rho_{yy})^2 + (\rho_{xy} + \rho_{yx})^2}] / 2, \end{aligned}$$

$$\eta_{kex} = \eta_{xx} + \eta_{yy} \pm \sqrt{(\eta_{xx} - \eta_{yy})^2 + (\eta_{xy} + \eta_{yx})^2} / 2, \quad (13)$$

$$\eta_{vex} = [\eta_{xy} - \eta_{yx} \pm \sqrt{(\eta_{xx} - \eta_{yy})^2 + (\eta_{xy} + \eta_{yx})^2}] / 2,$$

которые также являются инвариантами соответствующих тензоров. Направления экстремальных значений находим по формулам:

$$\delta_{kex} = \frac{1}{2} \left(\operatorname{arctg} \frac{\rho_{xy} + \rho_{yx}}{\rho_{xx} - \rho_{yy}} + \pi k \right),$$

$$\delta_{vex} = \frac{1}{2} \left(\operatorname{arctg} \frac{\rho_{yy} - \rho_{xx}}{\rho_{xy} + \rho_{yx}} + \pi k \right),$$

$$\delta_{0kex} = \frac{1}{2} \left(\operatorname{arctg} \frac{\eta_{xy} + \eta_{yx}}{\eta_{xx} - \eta_{yy}} + \pi k \right),$$

$$\delta_{0vex} = \frac{1}{2} \left(\operatorname{arctg} \frac{\eta_{yy} - \eta_{xx}}{\eta_{xy} + \eta_{yx}} + \pi k \right). \quad (14)$$

Из вышепредставленных формул можно получить:

а) суммы экстремальных значений соответствующих параметров КС и КП являются инвариантами тензоров $\bar{\rho}$ и $\bar{\eta}$:

$$\rho_{k\max} + \rho_{k\min} = \rho_{xx} + \rho_{yy}, \quad \eta_{k\max} + \eta_{k\min} = \eta_{xx} + \eta_{yy},$$

$$\rho_{v\max} + \rho_{v\min} = \rho_{xy} - \rho_{yx}, \quad \eta_{v\max} + \eta_{v\min} = \eta_{xy} - \eta_{yx};$$

б) разности экстремальных значений параметров КС (ρ_k, ρ_v) и КП (η_k, η_v) соответственно равны:

$$\rho_{k\max} - \rho_{k\min} = \rho_{v\max} - \rho_{v\min} = \sqrt{(\rho_{xx} - \rho_{yy})^2 + (\rho_{xy} + \rho_{yx})^2},$$

$$\eta_{k\max} - \eta_{k\min} = \eta_{v\max} - \eta_{v\min} = \sqrt{(\eta_{xx} - \eta_{yy})^2 + (\eta_{xy} + \eta_{yx})^2};$$

в) направления экстремальных значений параметров КС и КП взаимно перпендикулярны: $\delta_{\max} = \delta_{\min} \pm \pi/2$;

г) ориентировка экстремальных значений ρ_k и η_k соответственно отличается от ориентировки ρ_v и η_v на угол 45° ;

д) преобразование направлений экстремальных значений в новой системе координат происходит согласно выражениям:

$$\delta'_{kex} = \delta_{kex} - \theta, \quad \delta'_{0kex} = \delta_{0kex} - \theta,$$

$$\delta'_{vex} = \delta_{vex}, \quad \delta'_{0vex} = \delta_{0vex}.$$

2. Для параметров КС (ρ_k, ρ_v) и КП (η_k, η_v) справедливы соотношения

$$\rho_k(\delta) = \rho_v(\delta + \pi/4) + C/2 \quad \text{и} \quad \eta_k(\delta_0) = \eta_v(\delta_0 + \pi/4) + C^*/2,$$

где $C = \rho_{xx} - \rho_{xy} + \rho_{yx} + \rho_{yy}$ и $C^* = \eta_{xx} - \eta_{xy} + \eta_{yx} + \eta_{yy}$, которые являются инвариантами соответствующих тензоров.

3. Диаграммы КС по \vec{j} и КП по \vec{E}_0 [4] симметричны относительно направлений своих экстремальных значений, т. е.

$$\rho_k(\delta_{k\max} + \alpha) = \rho_k(\delta_{k\max} - \alpha), \quad \rho_v(\delta_{v\max} + \alpha) = \rho_v(\delta_{v\max} - \alpha) \quad \text{и}$$

$$\eta_k(\delta_{0k\max} + \alpha) = \eta_k(\delta_{0k\max} - \alpha), \quad \eta_v(\delta_{0v\max} + \alpha) = \eta_v(\delta_{0v\max} - \alpha),$$

где $0 \leq \alpha \leq 90^\circ$.

Таким образом, анализ особенностей параметров КС и КП дает основание заключить, что при регистрации первичных и вторичных электрических полей в пункте наблюдений, возбуждаемых различными системами питающих заземлений, информативность параметров ρ_k , η_k и ρ_v , η_v — одинакова.

Параметры КС и КП, определяемые простой установкой с одной приемной линией, соответственно равны

$$\rho_k = \frac{E_{0l}}{j_l} = \frac{E_0 \cos(\delta_0 - \beta)}{j \cos(\delta - \beta)} = \frac{(\rho_{xx} \cos \delta + \rho_{xy} \sin \delta) \cos \beta + (\rho_{yx} \cos \delta + \rho_{yy} \sin \delta) \sin \beta}{\cos(\delta - \beta)}$$

(15)

$$\eta_{ik} = \frac{E_{впl}}{E_{0l}} = \frac{E_{вп} \cos(\delta_{вп} - \beta)}{E_0 \cos(\delta_0 - \beta)} = \frac{(\eta_{xx} \cos \delta_0 + \eta_{xy} \sin \delta_0) \cos \beta + (\eta_{yx} \cos \delta_0 + \eta_{yy} \sin \delta_0) \sin \beta}{\cos(\delta_0 - \beta)},$$

где j_l , E_{0l} и $E_{впl}$ — составляющие плотности тока и напряженностей первичного и вторичного полей в центре приемной линии, ориентированной по направлению приемной линии l ; β — угол между направлением l и осью x ; $\delta_{вп}$ — угол между вектором $E_{вп}$ и осью x . Здесь компоненты тензоров определяются таким же образом, как и при векторной съемке.

Сопоставление выражений КС и КП для случаев двухкомпонентных (12) и однокомпонентных (15) измерений приводит к известному выводу о повышенной разрешающей способности и информативности измерений при векторной съемке по сравнению с результатами исследований с другими модификациями установок с одной приемной линией.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии
АН Армянской ССР

Поступила 14.IV. 1987.

Ա. Վ. ՄԱԹԵՎՈՍՅԱՆ

ԹՎԱՑՈՂ ԴԻՄԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԹՎԱՑՈՂ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում դիտարկվում են թվացող դիմադրության և թվացող բևեռացման թենզորները. առաջարկված են նրանց մի քանի ինվարիանտներ, որոնք բավականաչափ արդյունավետ են չափման արդյունքների մշակման և մեկնաբանման ժամանակ: Ներկայացված են պարզ տեղակայանքներով աշխատելիս ստացվող թվացող դիմադրության և թվացող բևեռացման պարամետրերը՝ արտահայտված համապատասխան թենզորների բաղադրիչներով:

ON THE APPARENT RESISTANCE AND APPARENT POLARIZABILITY
PARAMETERS SYSTEM

Abstract

The both apparent resistance and polarizability tensors are considered in this paper. There are proposed some of their invariants, which are more effective during measurement results processing and interpretation. The both apparent resistance and polarizability parameters are presented, obtained by simple arrays through the components of corresponding tensors.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бронштейн И. И., Семендяев К. Л.* Справочник по математике. М.: Наука, 1981, 720 с.
2. *Елисеев А. А., Каменский В. П., Сомов Г. М.* Способ получения тензоров кажущихся сопротивления и поляризуемости при полевых наблюдениях.—В кн.: Методы рудной геофизики. Использование электроразведочных методов для геологического картирования при поисках месторождений полезных ископаемых. Л.: НПО «Рудгеофизика», 1980, с. 75—85.
3. *Комаров В. А.* Электроразведка методом вызванной поляризации. Л.: Недра, 1980, 391 с.
4. *Матевосян А. К.* Способ интерпретации результатов измерений методами сопротивлений и вызванной поляризации.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, № 3, 1988, с. 46—55.
5. *Червяченко В. Р.* Электрометрические исследования в условиях пересеченного рельефа.—Разведка и охрана недр, 1983, № 2, с. 53—56.
6. *Bibby Н. М.* The apparent resistivity tensor.—Geophysics, 1977, v. 42, № 6, p. 1253—1261.
7. *Zohdy А. А. R.* Total field resistivity mapping and sounding over horizontally layered media.—Geophysics, 1978, v. 43, № 4, p. 748—766.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLI, № 4, 64—73 1988

УДК: 550.38

Г. М. АВЧЯН, Г. В. МАРКОСЯН, Л. К. ТАТЕВОСЯН

АНИЗОТРОПИЯ УДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО
СОПРОТИВЛЕНИЯ (ПРОВОДИМОСТИ), ПРОНИЦАЕМОСТИ ПО
ГАЗУ И МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД

С позиции палеомагнитной слоистости пород рассмотрена анизотропия удельного электрического сопротивления, проницаемости по газу и магнитной восприимчивости горных пород. Показано, что анизотропия этих параметров связана с направлением древнего геомагнитного поля эпохи образования пород (возраста пород). Геомагнитное поле предопределяет возникновение в породе палеомагнитной слоистости, а последняя—направление максимальных и минимальных значений физических параметров.

Направлениями максимальной проницаемости жидкости или газа являются направления палеомагнитных слоев. В этих направлениях наблюдается минимальное значение удельного электрического сопротивления и максимальное значение скорости распространения упругих волн. Экспериментально была также подтверждена связь отношений скорости ультразвуковых волн и магнитной восприимчивости по двум взаимно перпендикулярным направлениям. Данная связь является следствием ориентированного расположения частиц относительно геомагнитного поля эпохи образования пород.

Выявленная авторами в породах палеомагнитная слоистость [1,2] должна приводить к анизотропии различных физических параметров, связанной со структурой пород. К их числу относятся как удельное электрическое сопротивление, так и проницаемость по газу или жид-

ON THE APPARENT RESISTANCE AND APPARENT POLARIZABILITY
PARAMETERS SYSTEM

Abstract

The both apparent resistance and polarizability tensors are considered in this paper. There are proposed some of their invariants, which are more effective during measurement results processing and interpretation. The both apparent resistance and polarizability parameters are presented, obtained by simple arrays through the components of corresponding tensors.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бронштейн И. И., Семендяев К. Л.* Справочник по математике. М.: Наука, 1981, 720 с.
2. *Елисеев А. А., Каменский В. П., Сомов Г. М.* Способ получения тензоров кажущихся сопротивления и поляризуемости при полевых наблюдениях.—В кн.: Методы рудной геофизики. Использование электроразведочных методов для геологического картирования при поисках месторождений полезных ископаемых. Л.: НПО «Рудгеофизика», 1980, с. 75—85.
3. *Комаров В. А.* Электроразведка методом вызванной поляризации. Л.: Недра, 1980, 391 с.
4. *Матевосян А. К.* Способ интерпретации результатов измерений методами сопротивлений и вызванной поляризации.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, № 3, 1988, с. 46—55.
5. *Червяченко В. Р.* Электрометрические исследования в условиях пересеченного рельефа.—Разведка и охрана недр, 1983, № 2, с. 53—56.
6. *Bibby Н. М.* The apparent resistivity tensor.—Geophysics, 1977, v. 42, № 6, p. 1253—1261.
7. *Zohdy А. А. R.* Total field resistivity mapping and sounding over horizontally layered media.—Geophysics, 1978, v. 43, № 4, p. 748—766.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLI, № 4, 64—73 1988

УДК: 550.38

Г. М. АВЧЯН, Г. В. МАРКОСЯН, Л. К. ТАТЕВОСЯН

АНИЗОТРОПИЯ УДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО
СОПРОТИВЛЕНИЯ (ПРОВОДИМОСТИ), ПРОНИЦАЕМОСТИ ПО
ГАЗУ И МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД

С позиции палеомагнитной слоистости пород рассмотрена анизотропия удельного электрического сопротивления, проницаемости по газу и магнитной восприимчивости горных пород. Показано, что анизотропия этих параметров связана с направлением древнего геомагнитного поля эпохи образования пород (возраста пород). Геомагнитное поле предопределяет возникновение в породе палеомагнитной слоистости, а последняя—направление максимальных и минимальных значений физических параметров.

Направлениями максимальной проницаемости жидкости или газа являются направления палеомагнитных слоев. В этих направлениях наблюдается минимальное значение удельного электрического сопротивления и максимальное значение скорости распространения упругих волн. Экспериментально была также подтверждена связь отношений скорости ультразвуковых волн и магнитной восприимчивости по двум взаимно перпендикулярным направлениям. Данная связь является следствием ориентированного расположения частиц относительно геомагнитного поля эпохи образования пород.

Выявленная авторами в породах палеомагнитная слоистость [1,2] должна приводить к анизотропии различных физических параметров, связанной со структурой пород. К их числу относятся как удельное электрическое сопротивление, так и проницаемость по газу или жид-

кости. Для этих параметров при наличии в породе палеомагнитной слоистости должна проявляться зависимость их величин от элементов (направленности) древнего геомагнитного поля эпохи образования пород. В работе [2] была показана зависимость отношения скорости упругой продольной волны по двум взаимно-перпендикулярным направлениям от азимута D и наклона j древнего геомагнитного поля.

$$\left(\frac{v_x}{v_y}\right)^2 = \frac{c_v^2 \sin^2 D + \cos^2 D}{c_v^2 \cos^2 D + \sin^2 D} \quad (1)$$

где v_x и v_y — скорости продольных волн в горизонтальной плоскости по координатным осям X, Y ;

c_v — фиктивный коэффициент анизотропии скорости в горизонтальной плоскости

$$c_{v, \Gamma M}^2 = v_{\Gamma M}^2 \cos^2 j + \sin^2 j; \quad (2)$$

$$c_{v, M I}^2 = v_{M I}^2 \sin^2 j + \cos^2 j; \quad (3)$$

$$c_{v, M II}^2 = 1/\lambda_{M II}^2. \quad (4)$$

Здесь приняты следующие обозначения: λ — коэффициент истинной анизотропии пород, равный $\lambda = A_{\parallel} / A_{\perp}$, где A_{\parallel} и A_{\perp} соответственно значения параметра по слоистости и в направлении, перпендикулярном слоистости. Индексы $\Gamma M, M I, M II, \Gamma$ соответственно обозначают гравимагнитную слоистость (слои, перпендикулярные направлению полного вектора геомагнитного поля эпохи образования пород), магнитную слоистость I или II вида (магнитные слои I вида параллельны вектору геомагнитного поля эпохи образования пород, а их плоскости составляют угол j с горизонтальной составляющей этого же поля; магнитные слои II вида параллельны магнитному меридиану древнего геомагнитного поля и составляют 90° относительно горизонтальной плоскости) и гравитационную слоистость.

По аналогии со скоростью v_p принимаем, что по направлению гравимагнитной слоистости как проницаемость $k_{пр}$, так и электрическая проводимость σ — максимальны, а по направлению древнего геомагнитного поля — минимальны. Пользуясь уравнением [1], напишем:

$$\left(\frac{k_{прx}}{k_{прy}}\right)^2 = \frac{c_k^2 \sin^2 D + \cos^2 D}{c_k^2 \cos^2 D + \sin^2 D}; \quad (5)$$

$$\left(\frac{\sigma_x}{\sigma_y}\right)^2 = \frac{c_\sigma^2 \sin^2 D + \cos^2 D}{c_\sigma^2 \cos^2 D + \sin^2 D}. \quad (6)$$

Следовательно, все те закономерности, которые были теоретически установлены для $v_{рx}/v_{рy}$, должны быть свойственны и этим параметрам, т. е. зависимость $k_{прx}/k_{прy}$ от D и j ; σ_x/σ_y от D и j и т. д. Индикатрисы анизотропии в различных плоскостях должны быть функцией $\lambda_{\Gamma M}, \lambda_{\Gamma}$ и λ_M для данного физического параметра.

Если в породе отсутствует палеомагнитная и магнитная слоистость, а анизотропия связана только с гравитационной слоистостью, то в горизонтальной плоскости, так же как и для v_p , должны получаться характеристики изотропной среды, т. е. $k_{прx} = k_{прy}$, $\sigma_x = \sigma_y$ или отсутствие связи между $k_{прx}/k_{прy}$ от D и j , σ_x/σ_y от D и j .

Решая совместно уравнение (1) с (5) или с (6), получим взаимную связь между v_x/v_y и $k_{прx}/k_{прy}$ или между σ_x/σ_y и v_x/v_y .

Связь между v_x/v_y и $k_{прx}/k_{прy}$ будет:

$$\left(\frac{v_x}{v_y}\right)^2 = \frac{\left(\frac{k_{\text{пр}x}}{k_{\text{пр}y}}\right)^2 + b_{vk}^2}{\left(\frac{k_{\text{пр}x}}{k_{\text{пр}y}}\right)^2 b_{vk}^2 + 1}, \quad (7)$$

где

$$b_{vk}^2 = \frac{c_v^2 - c_k^2}{1 - c_v^2 c_k^2}; \quad (8)$$

$$c_v^2 = \lambda_{v,\text{ГМ}}^2 \cdot \cos^2 j + \sin^2 j; \quad (9)$$

$$c_k^2 = \lambda_{k,\text{ГМ}} \cdot \cos^2 j + \sin^2 j. \quad (10)$$

Аналогично для v_x/v_y и σ_x/σ_y будет:

$$\left(\frac{v_x}{v_y}\right)^2 = \frac{\left(\frac{\sigma_x}{\sigma_y}\right)^2 + b_{v\sigma}^2}{\left(\frac{\sigma_x}{\sigma_y}\right)^2 b_{v\sigma}^2 + 1}, \quad (11)$$

где

$$b_{v\sigma}^2 = \frac{c_v^2 - c_\sigma^2}{1 - c_v^2 c_\sigma^2}; \quad (12)$$

$$c_v^2 = \lambda_{v,\text{ГМ}}^2 \cos^2 j + \sin^2 j; \quad (13)$$

$$c_\sigma^2 = \lambda_{\sigma,\text{ГМ}}^2 \cos^2 j + \sin^2 j. \quad (14)$$

Индексы v , k , σ , x и y соответственно обозначают скорость v_p , проницаемость (по газу или жидкости) $k_{\text{пр}}$, электропроводность σ и направленная измерения x и y .

Если принимать, что при гравитационной слоистости коэффициенты анизотропии $\lambda_{v,\text{ГМ}}$ и $\lambda_{k,\text{ГМ}}$ не превышают 2,0, то в соответствии с уравнениями (8), (10) c_v^2 и c_k^2 , в зависимости от j , могут изменяться от 1 до 4.

При этом необходимо учитывать, что анизотропия, обусловленная слоистостью, больше оказывает влияния на проницаемость и электрическую проводимость, чем на скорость. Следовательно, $\lambda_v < \lambda_k$ или $\lambda_v < \lambda_\sigma$, т. е.

$$c_v < c_k; \quad c_v < c_\sigma. \quad (15)$$

Кроме того, при $c_v = 1$ c_v и c_k также должны быть равными единице, поскольку природа анизотропии одина, связана со слоистостью и должна влиять на все параметры.

Соотношение (15) также является одним из критериев наличия слоистости, поскольку при анизотропии скорости, обусловленной, предположим, составом породообразующих минералов, т. е. кристаллографической анизотропией минералов, не может иметь место анизотропия электрической проводимости водонасыщенных пористых сред. Если анизотропия скорости связана со структурой породы, то эта структура должна обуславливать и анизотропию электропроводности, проницаемости и других свойств пород.

Из вышесказанного и анализа уравнения (8) следует, что величина b_{vk} изменяется от 0 до 1. На рис. 1 приведены расчетные значения $k_{\text{пр}x}/k_{\text{пр}y}$ в зависимости от v_x/v_y и b_{vk} .

С этими значениями, в дальнейшем будут сопоставлены экспериментальные результаты, для установления наличия в породах слоистости в соответствии с направлением древнего геомагнитного поля.

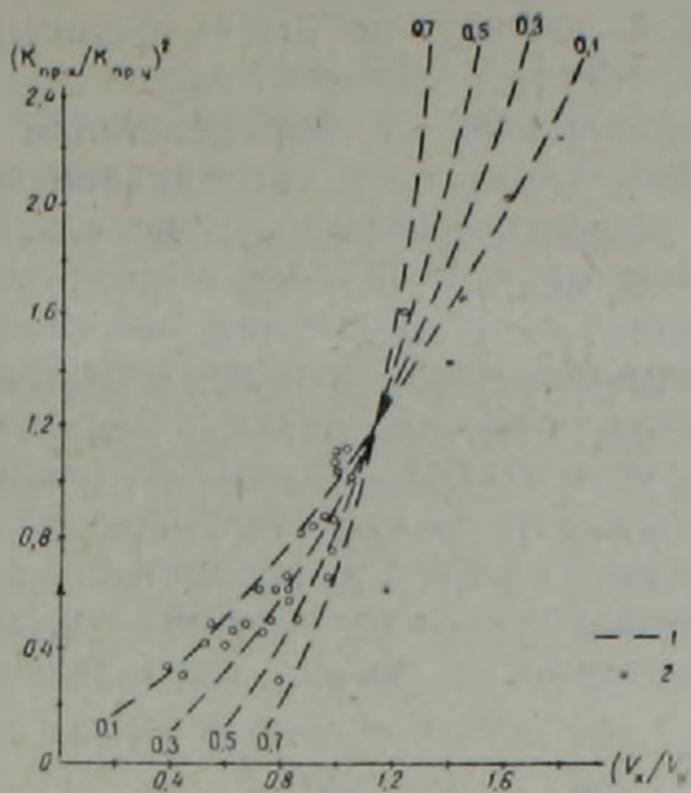


Рис. 1. Связь отношения значений проницаемости по двум взаимно перпендикулярным направлениям, с отношением по тем же направлениям, согласно уравнению (7). Шифр кривых значения « α » по уравнению (8). 1—теоретические кривые; 2—экспериментальные значения.

Отметим, что анизотропия проницаемости и электрической проводимости в вертикальной плоскости должны подчиняться тем же закономерностям, что и анизотропия скорости.

Представляет интерес взаимосвязь разных физических параметров, имеющих в одном и том же направлении противоположные экстремальные значения. Предположим, что с направлением древнего геомагнитного поля совпадает максимальное значение одного параметра и минимальное—второго. Эту же задачу можно сформулировать следующим образом—какова связь между параметрами, если слоистость гравимагнитная, а индикатрисы двух параметров, представленные эллипсом, ортогональны. Тогда в соответствии с (1) напишем:

$$a^2 = \frac{c_a^2 \sin^2 D + \cos^2 D}{c_a^2 \cos^2 D + \sin^2 D}; \quad c_a \geq 1; \quad (16)$$

$$b^2 = \frac{c_b^2 \sin^2 D + \cos^2 D}{c_b^2 \cos^2 D + \sin^2 D}; \quad c_b \leq 1. \quad (17)$$

Индексы a и b относятся к соответствующим параметрам.

Совместное решение уравнений (16) и (17) приводит к выражению, аналогичному уравнениям (7) и (11).

$$a^2 = \frac{b^2 + b_{a\bar{b}}^2}{b^2 b_{a\bar{b}}^2 + 1}, \quad (18)$$

где

$$b_{a\bar{b}}^2 = \frac{c_b^2 - c_a^2}{1 - c_a^2 c_b^2}; \quad (19)$$

$$c_a^2 = \lambda_a^2 \cos^2 j + \sin^2 j; \quad (20)$$

$$c_b^2 = \lambda_b^2 \cos^2 j + \sin^2 j. \quad (21)$$

Однако здесь имеется различие между уравнениями (8) и (19). Значение c_b в уравнении (19) меньше единицы. Это изменяет взаимоотношение между a и b . Если в уравнении (18) примем $a = v_x/v_y$, $b = \rho_{px}/\rho_{py}$, то между v_x/v_y и ρ_{px}/ρ_{py} будет обратное соотношение. С увеличением v_x/v_y отношение ρ_{px}/ρ_{py} уменьшается. При этом, чем меньше отношение v_x/v_y , т. е. чем меньше D , тем значительнее изменение удельных сопротивлений при изменении D . Значения ρ_{px}/ρ_{py} в зависимости от величин v_x/v_y и $b_{p\bar{v}}$ приведены на рис. 2.

Как будет показано, уравнением (19) выражается также связь

между v_x/v_y и χ_x/χ_y , где χ — магнитная восприимчивость породы. Связь между v_x/v_y и χ_x/χ_y , на первый взгляд, не имеет физическо основы. Между тем палеомагнитная слоистость легко объясняет наличие такой взаимосвязи. Ориентация минералов по определенным направлениям приводит к возникновению слоистости, вследствие чего распределяются также оси легкого намагничивания кристаллов в пространстве. Известно, что направление ориентационной и термоостаточной намагниченности обычно совпадает с направлением оси легкого намагничивания ферромагнитных минералов, из-за чего при абсолютно нулевом состоянии (3) по направлению древнего поля восприимчивость должна быть больше, чем по другим направлениям. В намагниченном состоянии, когда минералы обладают термоостаточной намагниченностью, близкой к намагниченности насыщения, восприимчивость, измеренная в слабых полях по направлению естественной ориентационной или термоостаточной намагниченности, может оказаться минимальной.

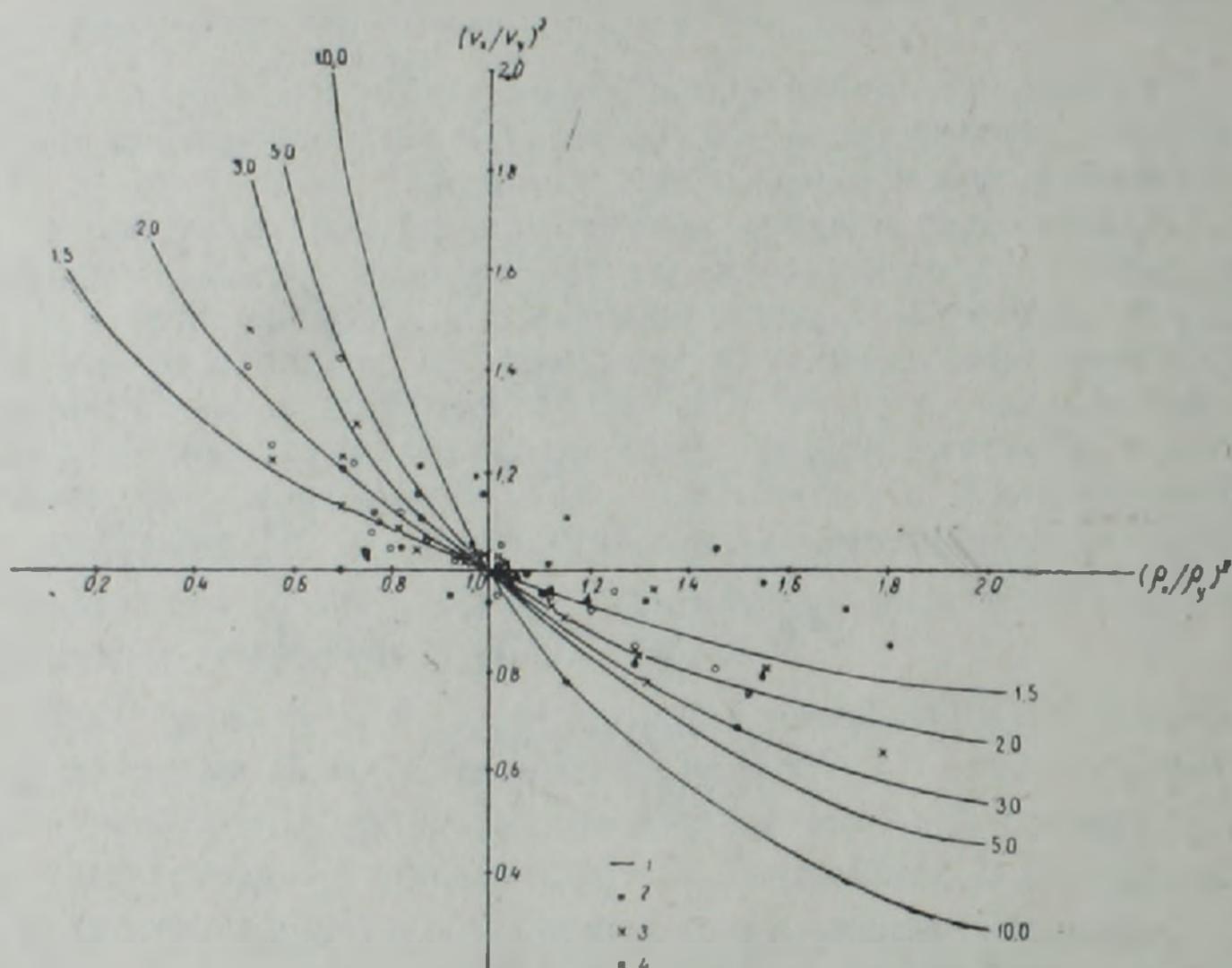


Рис. 2. Связь отношения значений удельного электрического сопротивления по двум взаимно перпендикулярным направлениям от отношения скорости по тем же направлениям согласно уравнению (16) для туфов. Шифр кривых значения «в» по уравнению (18). 1—теоретическая кривая; 2—плоскость XY; 3—YZ; 4—XZ,

Таким образом в уравнении (21), если принять λ_0 за коэффициент анизотропии восприимчивости в плоскости гравимагнитной слоистости, то C_0 может быть больше или меньше единицы.

Проверка рассмотренных предположений проводилась на основе экспериментальных измерений проницаемости по газу, удельного электрического сопротивления и магнитной восприимчивости на ориентированных относительно древнего геомагнитного поля образцах пород.

В связи с тем, что возможны вторичные изменения в породах, что могло привести к изменению их структуры и нарушению искомой зависимости, основные исследования по проницаемости проводились на четвертичных туфах Армении. Последние известны как подходящий объект для палеомагнитных исследований, поскольку туфы являются породами, мало измененными вторичными процессами. Намагниченность туфов стабильна и соответствует направлению эпохи образования.

Из ориентированных блоков были изготовлены кубические образ-

цы с различной ориентировкой относительно направления намагниченности. Для каждого образца были измерены остаточная намагниченность J_{rx} , J_{ry} , J_{rz} , скорость распространения продольных волн v_x , v_y , v_z , проницаемость по воздуху $k_{прx}$, $k_{прy}$, $k_{прz}$, удельное электрическое сопротивление ρ_x , ρ_y , ρ_z , магнитная восприимчивость χ^x , χ_y , χ_z .

Все измерения проводились по общепринятой методике на стандартной аппаратуре. Только для измерения проницаемости на образцах кубической формы была собрана специальная установка, позволяющая определить проницаемость как по газу, так и по жидкости. При измерении боковое обжатие равнялось от 0,3 до 0,5 мПа: перепад давления на входе и выходе от 0,2 до 0,9 мПа. Измерения проницаемости проводились по трем осям, при пяти значениях перепада давления с интервалом 0,1 мПа. В качестве среднего значения проницаемости по данной оси бралось среднеарифметическое из 5-ти измерений. Путем многократных измерений оценивалась относительная ошибка измерения, что не превышало 3% при среднем значении проницаемости 100 мД.

На рис. 3 приведена зависимость отношения $k_{прx}/k_{прy}$ от D . Как видно, экспериментальные результаты согласуются с выводами, вытекающими из анализа уравнения (5). Для всех образцов с азимутом $D < 45^\circ$ значения $k_{прx}$ меньше, чем $k_{прy}$. С увеличением D отношение $k_{прx}/k_{прy}$ увеличивается, что подтверждает наличие в породе слоистости и ее связи с азимутом намагниченности.

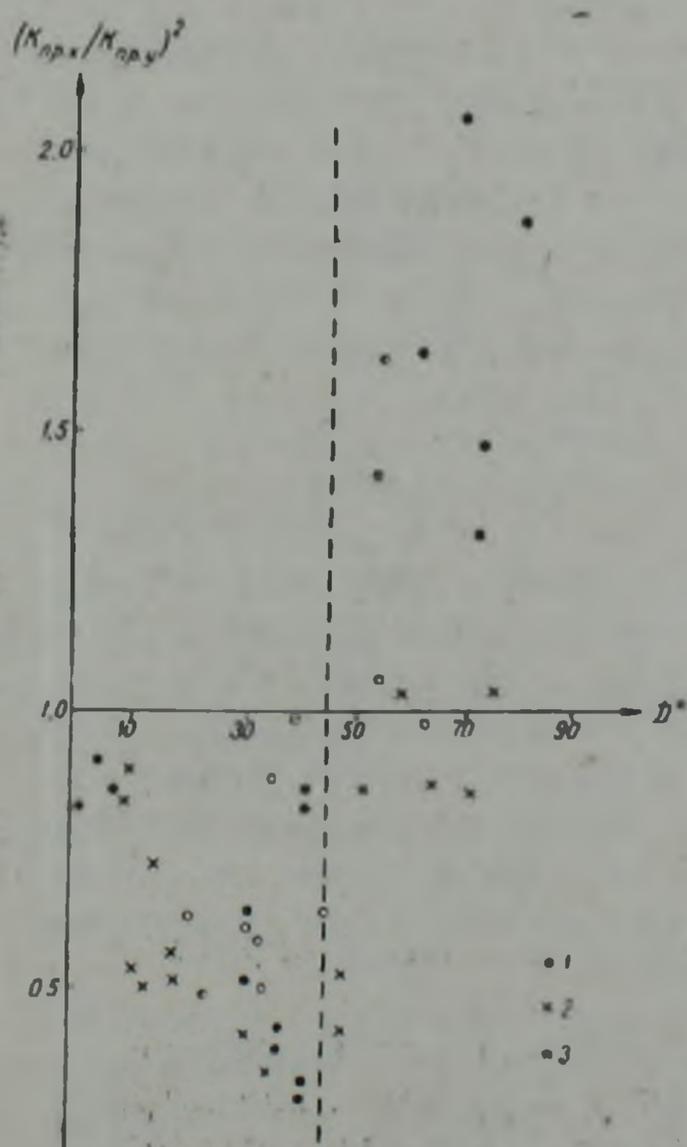


Рис. 3. Зависимость отношения значений проницаемости по газу по двум взаимно перпендикулярным направлениям для гудфонов от условного магнитного азимута на данной плоскости. 1—плоскость XY; 2—XZ; 3—YZ.

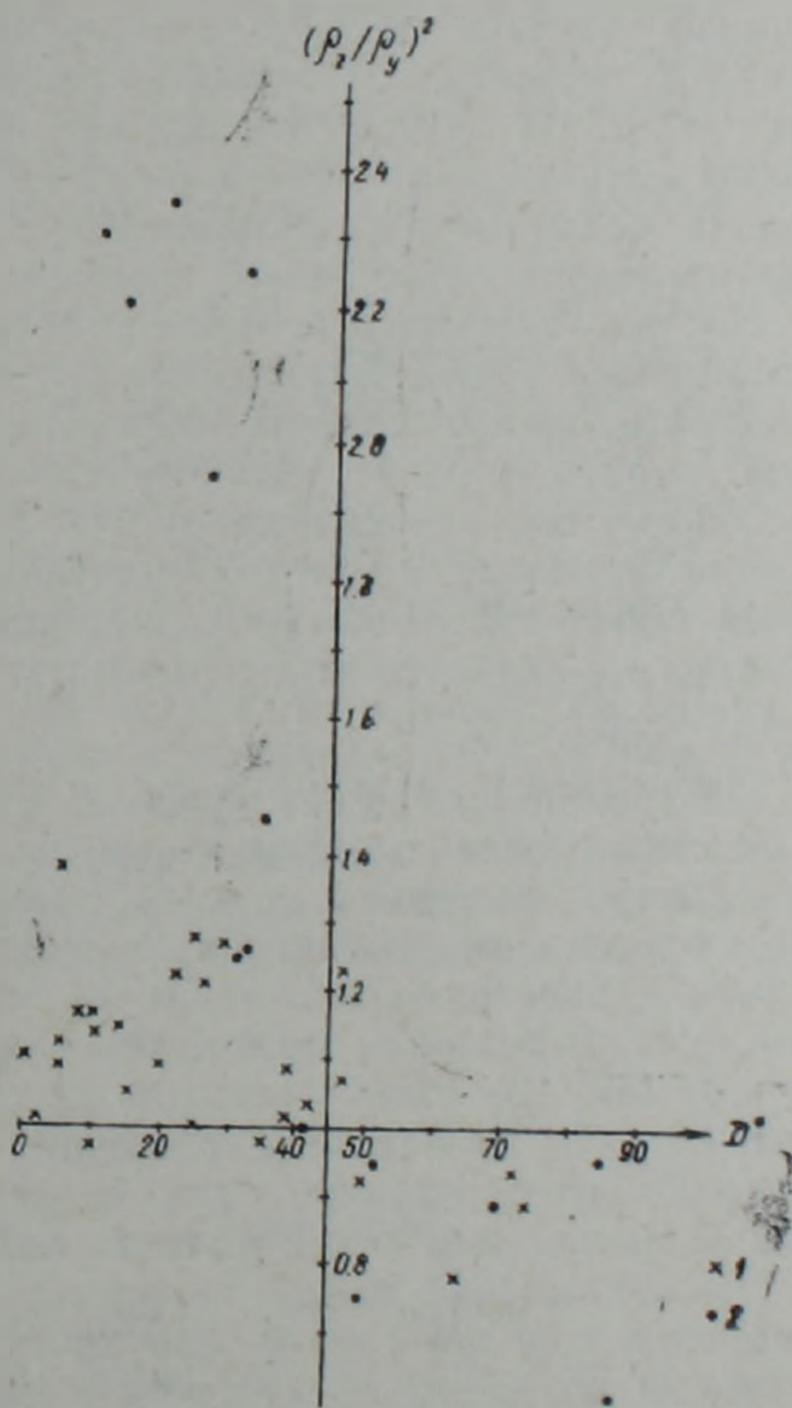


Рис. 4. Зависимость отношения удельного электрического сопротивления по двум взаимно перпендикулярным направлениям от условного магнитного азимута D . 1—гудфы; 2—вулканогенно-осадочные породы Курильских островов.

Если магнитная слоистость предопределяет анизотропию проницаемости, то естественно полагать наличие связи между анизотропией проницаемости и скоростью распространения упругих волн, поскольку, как было показано, анизотропия скорости также является следствием палеомагнитной слоистости.

Связь между отношениями скорости по осям x и y и отношениями проницаемости по этим же осям должна выражаться уравнением (17). Экспериментальные результаты приведены на рис. 1. Как видно, имеется хорошее согласие между теоретическими предположениями о связи между двумя рассматриваемыми параметрами и экспериментальными результатами. Эта зависимость позволяет предложить способ определения направления максимальной проницаемости на основе изучения анизотропии скорости распространения упругих волн с учетом палеомагнитной слоистости пород и их возраста.

Зная возраст пород, координаты палеомагнитного полюса для данного возраста, направление древнего магнитного поля при соответствующих координатах на месте залегания пласта и его элементы залегания, можно определить направление максимальной проницаемости.

Анизотропия удельного электрического сопротивления, согласно принципу возникновения палеомагнитной слоистости, должна выражаться уравнением (1) или (5), т. е. закономерность изменения ρ_n в зависимости от D должна быть аналогичной изменению скорости и проницаемости. Однако ввиду того, что по направлению слоистости ρ_n меньше, чем в перпендикулярном ей направлении, рассмотренные зависимости должны иметь обратную картину. С увеличением D отношение ρ_{nx}/ρ_{ny} должно уменьшаться, а при $D=45^\circ$ это отношение равняется единице. Экспериментальные результаты для туфов приведены на рис. 4. Здесь, так же как и для скорости и проницаемости, наблюдается четкая зависимость ρ_{nx}/ρ_{ny} от D , свидетельствующая о наличии связи между направлением древнего геомагнитного поля и анизотропией электрической проводимости пород.

На рис. 4 приведена зависимость ρ_{nx}/ρ_{ny} от D , для вулканогенно-осадочных пород Курильских островов. Поскольку коллекция представлена разновозрастными породами, то мы должны иметь одно значение D , рассчитанное после магнитной чистки по статистике Фишера.

Однако мы рассматривали эту зависимость для каждого образца с целью установления не количественных показателей, а только качественной зависимости между рассматриваемыми параметрами. Здесь также четко проявляется эта зависимость: при $D < 45^\circ$ $\rho_{nx}/\rho_{ny} > 1$, а при $D > 45^\circ$ $\rho_{nx}/\rho_{ny} < 1$.

Зависимость между ρ_{nx}/ρ_{ny} и v_x/v_y (рис. 2) (см. уравнение 11) также показывает хорошее согласие между этими параметрами. Таким образом, наличие в породах слоистости, обусловленной магнитным полем времени осаждения, подтверждается не только характером изменения скорости распространения упругой продольной волны, но и характером изменения проницаемости и удельного электрического сопротивления. Поскольку все три параметра тесно связаны со структурой породы, а последняя определяется ориентировкой зерен, то логично предполагать наличие связи и между анизотропией восприимчивости и направлением геомагнитного поля.

Это положение легко проверить путем сопоставления изменения скорости в горизонтальной плоскости, как структурного параметра, и магнитной восприимчивости, как параметра, не зависящего от трещиноватости и пористости пород, а только от ориентировки ферромагнитных частиц. На рис. 5 приведены результаты сопоставления отношений скорости и восприимчивости по двум взаимно перпендикулярным направлениям для различных пород (песчаники, туфы, алевролиты, порфириты, андезито-базальты и др.). Учитывая, что точность определения восприимчивости низкая (относительная ошибка при магнитометрическом способе измерения достигает 20—30%), полученные резуль-

таты не могут претендовать на достоверность материала по обсуждаемому вопросу. Однако, даже с учетом этой ошибки, наблюдается некоторая закономерность—уменьшение отношения χ_x/χ_y с увеличением v_x/v_y . При этом данная закономерность вписывается в общую теоретическую основу—наличие в породах палеомагнитной слоистости.

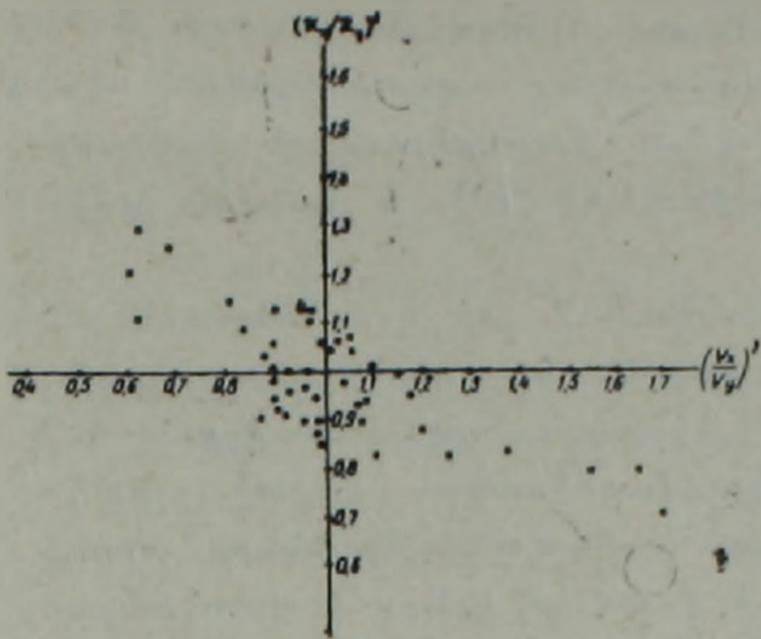


Рис. 5. Связь отношения значений магнитной восприимчивости по двум взаимно перпендикулярным направлениям с отношением значений скоростей по тем же направлениям для различных пород (туфов, песчаников, базальтов, дацитов и т. д.)

По результатам измерения магнитной восприимчивости переосаженных ленточных глин, проведенных в МГУ В. И. Трухиным, О. Л. Багиной и др., нами рассчитывалось отношение восприимчивости по двум ортогональным направлениям в горизонтальной плоскости. При этом переосаждение проводилось в одном случае в вертикальном магнитном поле H_z , а в другом—в горизонтальном— H_x . Ось x направлена по современному магнитному полю $N_{сов}$. Для переосаждения использовался один и тот же исходный материал. Отношение χ_x/χ_y при H_z находилось в пределах 0,98—1,02, тогда как при осаждении в поле H_x это отношение достигло 1,1.

Анализ этих данных показывает, что по направлению магнитного поля, т. е. по направлению намагниченности, восприимчивость выше, чем в перпендикулярном направлении. Однако было показано, что скорость v_p в этом направлении, при гравимагнитной и магнитной слоистости I вида—минимальна. Следовательно, уменьшение отношения χ_x/χ_y должно сопровождаться увеличением отношения v_x/v_y , что и наблюдается в экспериментах, результаты которых были приведены на рис. 1.

Таким образом, результаты экспериментальных определений комплекса физических параметров подтверждают наличие в породе палеомагнитной слоистости. Следовательно, используя знание вероятных направлений слоистости, можно прогнозировать направления максимальных и минимальных значений физических параметров и отражение анизотропии свойств в геофизических полях, изучаемых полевыми и скважинными методами.

Ереванский государственный университет

Поступила 28.XII. 1987.

Հ. Մ. ԱՎԶՅԱՆ, Գ. Վ. ՄԱՐԿՈՍՅԱՆ, Լ. Կ. ԹԱԿԵՎՈՍՅԱՆ

ԱՊԱՐՆԵՐԻ ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՏԵՍԱԿԱՐԱՐ ԴԻՄԱԴՐՈՒԹՅԱՆ
(ՀԱՂՈՐԴԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ), ԸՍՏ ՓԱԶԻ ԹԱՓԱՆՅԵԼԻՈՒԹՅԱՆ ԵՎ
ՄԱԳՆԻՍԸՆԿԱԼՄԱՆ ԱՆՀԱՄԱՍԵՌՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հեղինակների կողմից նախկինում հայտնաբերված հնկամագնիսական շերտայնությունը պետք է հանգեցնի ապարների կառուցվածքի հետ կապված տարբեր պարամետրերի անհամասեռությունը: Իրանց թվին են պատկանում

ինչպես տեսակարար էլեկտրական դիմադրությունը, այնպես էլ թափանցելիությունը ըստ գազի կամ հեղուկի: Այդ պարամետրերի համար, ապարների հնեամագնիսական շերտայնության առկայության դեպքում, պետք է արտահայտվի դրանց մեծությունների կախումը ապարառաջացման ժամանակաշրջանի հնադարյան երկրամագնիսական դաշտի ստորերից (ուղղություններից):

Նախկինում ստացված է երկու փոփոխականացր ուղղություններով երկայնակի առաձգական արագությունների (v_p) հարաբերության կախումը հնադարյան երկրամագնիսական դաշտի ազիմուտից (D) և հակման անկյունից (J):

v_p արագության նմանությամբ ընդունվում է, որ նստվածքային ապարների մոտ գրավիմագնիսական շերտայնության ուղղությամբ ինչպես թափանցելիությունը (k_{np}), այնպես էլ էլեկտրահաղորդականությունը (σ) առավելագույնն են, իսկ հնադարյան երկրամագնիսական դաշտի ուղղությամբ՝ նվազագույնը: Հետևաբար, բոլոր այն օրինաչափությունները, որոնք տեսականորեն հաստատված են v_{px}/v_{py} -ի համար, պետք է հատկանշական լինեն նաև այդ պարամետրերի համար, այսինքն, պետք է գոյություն ունենա k_{npx}/k_{npy} -ի և σ_x/σ_y -ի կախվածությունը D -ից և J -ից: Ըստ որում, պետք է հաշվի առնել, որ շերտայնությամբ պայմանավորված անհամասեռությունը ավելի շատ ազդում է թափանցելիության և էլեկտրահաղորդականության վրա, քան՝ արագության:

Նշված դատողությունների ստուգման նպատակով հնադարյան մագնիսական դաշտի նկատմամբ կողմնորոշված ապարների նմուշների վրա կատարվել են թափանցելիության (ըստ գազի), տեսակարար էլեկտրական դիմադրության և մագնիսընկալման մեծությունների փորձնական չափումներ:

Քանի որ ապարներում հնարավոր են երկրորդային փոփոխություններ, որոնք կարող են հանգեցնել դրանց կառուցվածքի փոփոխությունների և որոնվող կախվածության խախտման, ապա թափանցելիության հիմնական հետազոտությունները կատարվել են ՀՍՍՀ շորրորդականի հասակի տուֆերի վրա: Վերջիններս հայտնի են որպես հնեամագնիսական հետազոտությունների համար հարմար օբյեկտներ, քանի որ տուֆերը հանդիսանում են երկրորդային երևույթներից քիչ ազդված ապարներ: Տուֆերի մագնիսականությունը կայուն է և համընկնում է առաջացման ժամանակաշրջանի ուղղության հետ:

Ապարաբեկորներից պատրաստվել են մագնիսական ուղղության նկատմամբ տարբեր կողմնորոշում ունեցող խորանարդիկներ: Յուրաքանչյուր նմուշի համար չափվել են մնացորդային մագնիսականության վեկտորները՝ J_{1x}, J_{1y}, J_{1z} երկայնակի ալիքների տարածման արագությունները՝ v_x, v_y, v_z , թափանցելիությունը ըստ օդի՝ $k_{npx}, k_{npy}, k_{npz}$, տեսակարար էլեկտրական դիմադրությունը՝ ρ_x, ρ_y, ρ_z , մագնիսընկալումը՝ χ_x, χ_y, χ_z :

Ապարներում ապարառաջացման ժամանակաշրջանի մագնիսական դաշտով պայմանավորված շերտայնության առկայությունը հաստատվում է ոչ միայն երկայնակի առաձգական ալիքների արագության փոփոխման բնույթով, այլև թափանցելիության և տեսակարար էլեկտրական դիմադրության փոփոխությամբ: Քանի որ բոլոր երեք պարամետրերն էլ սերտորեն կապված են ապարի կառուցվածքի հետ, իսկ վերջինս որոշվում է ապար կաղմուղ հատիկների կողմնորոշմամբ, ապա տրամաբանական է ենթադրել կապի սուկայության մագնիսընկալման անհամասեռության և երկրամագնիսական դաշտի ուղղության միջև:

Ֆիզիկական պարամետրերի համալիրի փորձնական որոշումների արդ-

յունքները հաստատում են ապարների մեջ հնեամագնիսական շերտայնու-
թյան առկայություն: Հետևաբար, օգտվելով շերտայնության հավանական
ուղղության մասին եղած տվյալներից, կարելի է կանխագուշակել ֆիզիկական
սլարամետրերի առավելագույն և նվազագույն արժեքների ուղղությունները
և հատկությունների անհամասեռության արտահայտությունը երկրաֆիզի-
կական դաշտերում, որոնք ուսումնասիրվում են դաշտային և հորատանց-
քային մեթոդներով:

H. M. AVCHIAN, G. V. MARKOSIAN, L. K. TATEVOSIAN

THE ROCKS SPECIFIC ELECTRICAL RESISTANCE (CONDUCTIVITY)
GAS PERMEABILITY AND MAGNETIC SUSCEPTIBILITY
ANISOTROPY

A b s t r a c t

From a position of the rocks paleomagnetic bedding the rocks spe-
cific electrical resistance, gas permeability and magnetic susceptibility
anisotropy is considered. It is shown these parameters anisotropy to be
connected with the paleogeomagnetic field direction of the rock-forming
epoch. The geomagnetic field predetermines the formation of a paleo-
magnetic bedding in rocks and the latter—the directions of physical pa-
rameters maximal and minimal values.

The paleomagnetic layers directions are the maximal permeability
directions in a liquid or a gas. There are the maximal values of both
specific electrical resistance and elastic waves velocity in these direc-
tions. A connection between ratios of ultrasound waves velocity and
magnetic susceptibility in two mutually perpendicular directions is ex-
perimentally corroborated too. This connection is an effect of rocks
particles oriented disposition relatively to the rock-forming epoch geo-
magnetic field.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авчян Г. М., Маркосян Г. В. Прогноз направления разрушения пород.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987, т. XL, № 1, с. 63—66.
2. Авчян Г. М., Гентеман Л., Маркосян Г. В. Анизотропия скорости упругих волн в горных породах.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1988, с. 39—46.
3. Храмов А. Н., Шолто А. Е. Палеомагнетизм. Принципы, методы и геологические приложения палеомагнитологии. Л.: Недра, 1967, 252 с.
4. Физические свойства горных пород. Петрофизика. Справочник геофизика, (под ред. Н. Б. Дортман). М.: Недра, 1984, 455 с.

С. В. ВАРДЗЕЛЯН, С. Ц. АКОПЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ СКОРОСТЕЙ Р-ВОЛН ПЕРЕД ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯМИ ДЖАВАХЕТСКОГО НАГОРЬЯ

По записям сейсмостанций Кавказа «Ахалкалаки», «Бакуриани», «Богдановка» и «Степанаван» исследованы вариации скоростей Р-волн за период с 1974 по 1979 годы, охватывающий Дманисское землетрясение от 2 января 1978 года. Надежно выявлены два аномальных периода продолжительностью $\sim 0,8-0,9$ года. Оба аномальных периода интерпретированы как предвестники, связанные с подготовками землетрясений с магнитудами $M \geq 5$ Джавахетского нагорья и его окрестностей, проявляющихся за 1,5—2 года до толчка.

Введение

Вариации скоростей сейсмических волн и их отношений, связанных с подготовкой землетрясений разной силы, выявлены на многих сейсмоактивных регионах [3, 7, 10, 12, 13]. Наиболее существенные временные изменения имеют скорости продольных волн V_p . Аномальный период вариации скоростей длится от одного до нескольких месяцев перед землетрясением и пропорционально магнитуде предваряющего землетрясения. Многочисленные лабораторные эксперименты по испытанию образцов на сжатие и трещинообразование показали существование эффекта уменьшения V_p [4, 5].

Физическое объяснение этих явлений находится на уровне модельных представлений механики очагов землетрясений [5, 11].

Возможность использования метода невязок первых вступлений продольной Р-волны [1] с целью выявления изменений V_p перед землетрясениями Кавказа впервые рассмотрена в работе [2]. На данных записей сейсмостанции «Горис» было анализировано изменение невязок за период с 1964 по 1973 гг. Было выявлено аномальное поведение скоростей за 1,5 года перед Зангезурским землетрясением 9 июня 1968 года.

В данной работе исследованы вариации скоростей Р-волн по записям четырех сейсмостанций Джавахетского нагорья за период с 1974 по 1979 гг., с целью более надежного выявления временных и пространственных изменений V_p перед Дманисским землетрясением от 2 января 1978 года, с магнитудой $M=5,3$.

В результате исследований перед этим землетрясением выявлены два аномальных периода вариаций скоростей V_p . Оказалось, что более долгосрочные вариации скоростей не связаны с подготовкой Дманисского землетрясения и их можно интерпретировать в связи с подготовкой двух землетрясений с $M=5$, происшедших в 1974 году юго-западнее Джавахетского нагорья.

1. Методика и результаты расчетов

Временные изменения невязок первых вступлений Р-волн исследованы на 4 сейсмостанциях Кавказа: «Ахалкалаки»—АХЛ, «Бакуриани»—БКР, «Богдановка»—БГД, «Степанаван»—СТП. Схема расположения этих станций приведена на рис. 1. Станция БКР опорная, а все остальные входят в региональную сеть. Эти станции функционируют более 30 лет и там имеются непрерывные регистрации землетрясений в интересующем нас интервале времени. Выбор нескольких близких сейсмостанций обусловлен необходимостью независимого выявления аномалий скоростей V_p перед землетрясениями, что несомненно повышает значимость полученных результатов.

Расчеты проводились по методу временных невязок Р-волны, описанных в работах [1, 2]. Выбор годографа и статистическое оценивание проводились аналогично работе [2]. Для расчетов были использо-



Рис. 1. Схема расположения сейсмостанций и эпицентров землетрясений: ▲ — сейсмостанция, ○ — эпицентр землетрясения.

ваны данные о землетрясениях, зарегистрированных на эпицентральных расстояниях $20 \text{ км} < \Delta \leq 500 \text{ км}$, энергетический класс которых $K \geq 7$. Причем сделаны следующие ограничения на выборку:

а) в исследование включились землетрясения, записанные минимум на трех сейсмостанциях;

б) были использованы только невязки $|R(t)| < 3 \text{ с}$, чтобы исключить грубые ошибки интерпретации первых вступлений.

Таким образом рассчитаны невязки 7524 регистраций, число которых распределено равномерно по сейсмостанциям (в среднем приходится 320 наблюдений в год на каждую станцию). В табл. 1 приведены данные о количестве невязок и средние значения невязок (станционные средние) для каждой станции за исследуемый период.

Отрицательные значения станционных средних в целом указывают на повышение значения скоростей V_p Джавахетского нагорья по сравнению с средне-кавказским значением, что в целом согласуется с результатами работы [6].

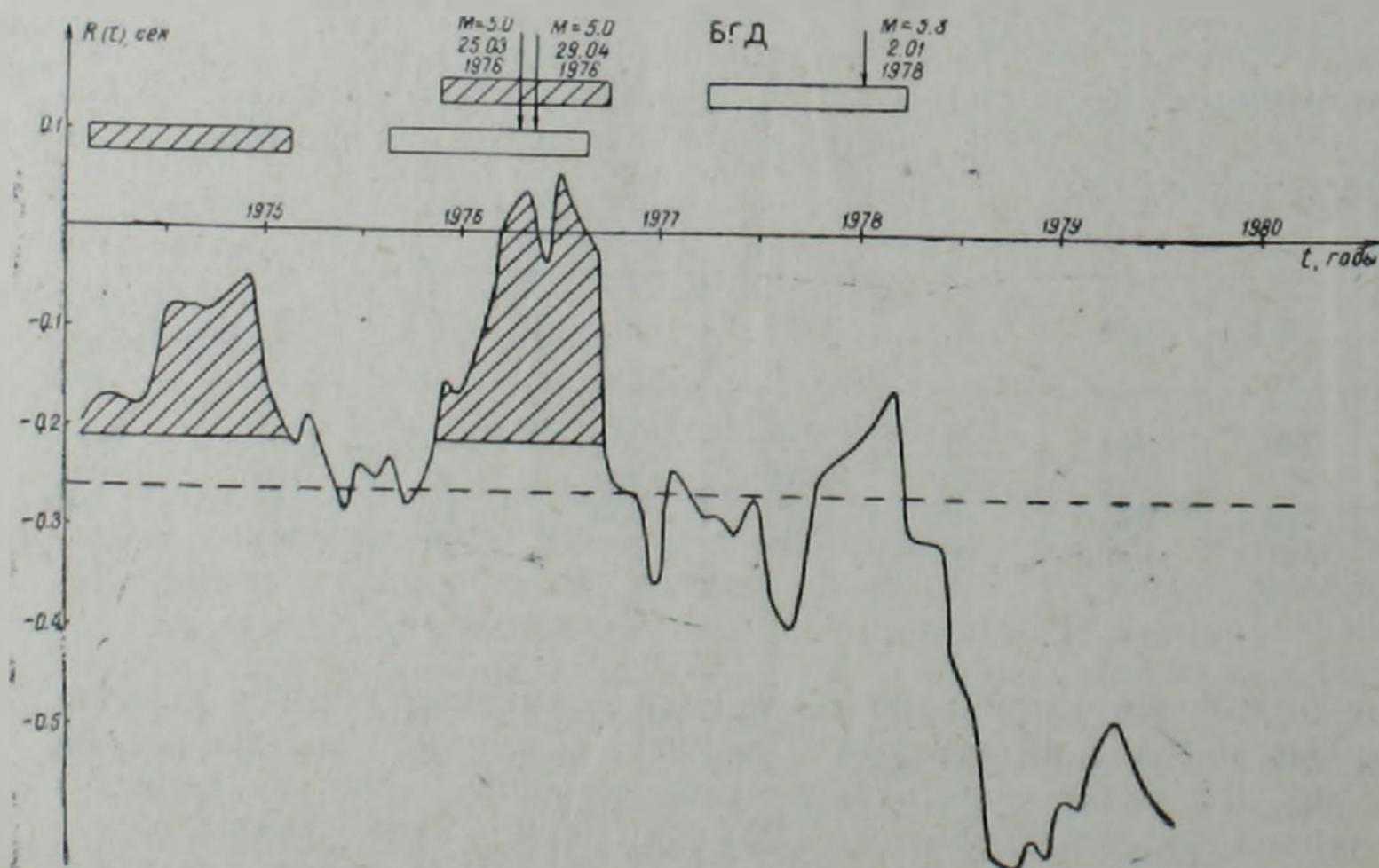
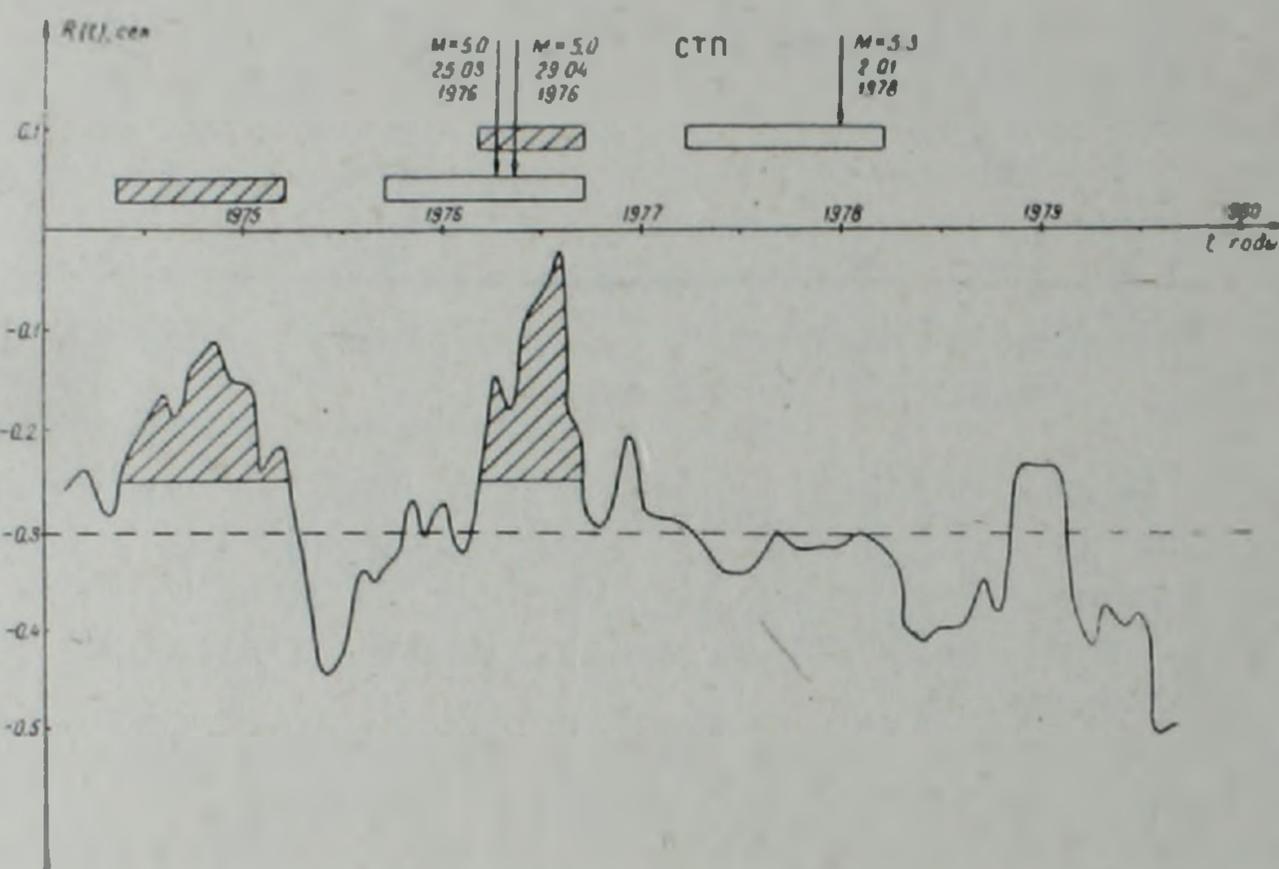
Таблица 1

Код станции	1974	1975	1976	1977	1978	1979	Сумма невязок	Станц. средн.
СТП	289	302	354	349	356	297	1947	-0.305
БГД	301	306	300	262	283	298	1758	-0.26
АХЛ	320	321	352	351	355	327	2026	-0.24
БХР	331	297	286	315	205	299	1793	-0.14

Для выявления устойчивых изменений временных невязок сглаживание проводилось с интервалом 6 месяцев. Графики построены для скользящих полугодических интервалов с окном один месяц. Каждый такой интервал содержит невязки 120—200 регистраций. Таким осреднением приведены к минимуму разбросы ошибок во время интерпретации первых вступлений Р-волн. Рассчитанные среднеполугодические невязки для каждой станции представлены на рис. 2а, б, в, г. На этих

графиках увеличению невязок от средне-станционных значений, обозначенных пунктирами, соответствуют уменьшения скоростей и наоборот. На рис. 3 представлены суммарные по всем четырем станциям значения изменений среднеполугодовых невязок (суммарные невязки $\bar{R}_2(t)$). Это наглядно показывает картину изменения скоростей в зоне подготовки землетрясения. Таким образом, устраняются локальные скоростные неоднородности под станциями. Стандартные отклонения невязок от среднего значения на отдельных станциях изменяются от 0,06 до 0,1 с. Для суммарных невязок стандартное отклонение обычно имеет устойчивое значение, равное 0,05 с.

Значение невязок будем считать аномальным, если отклонение от стационарного среднего превышает 0,05 с. Такое пороговое значение принимаем и для анализа суммарных невязок для каждой отдельной сейсмостанции.



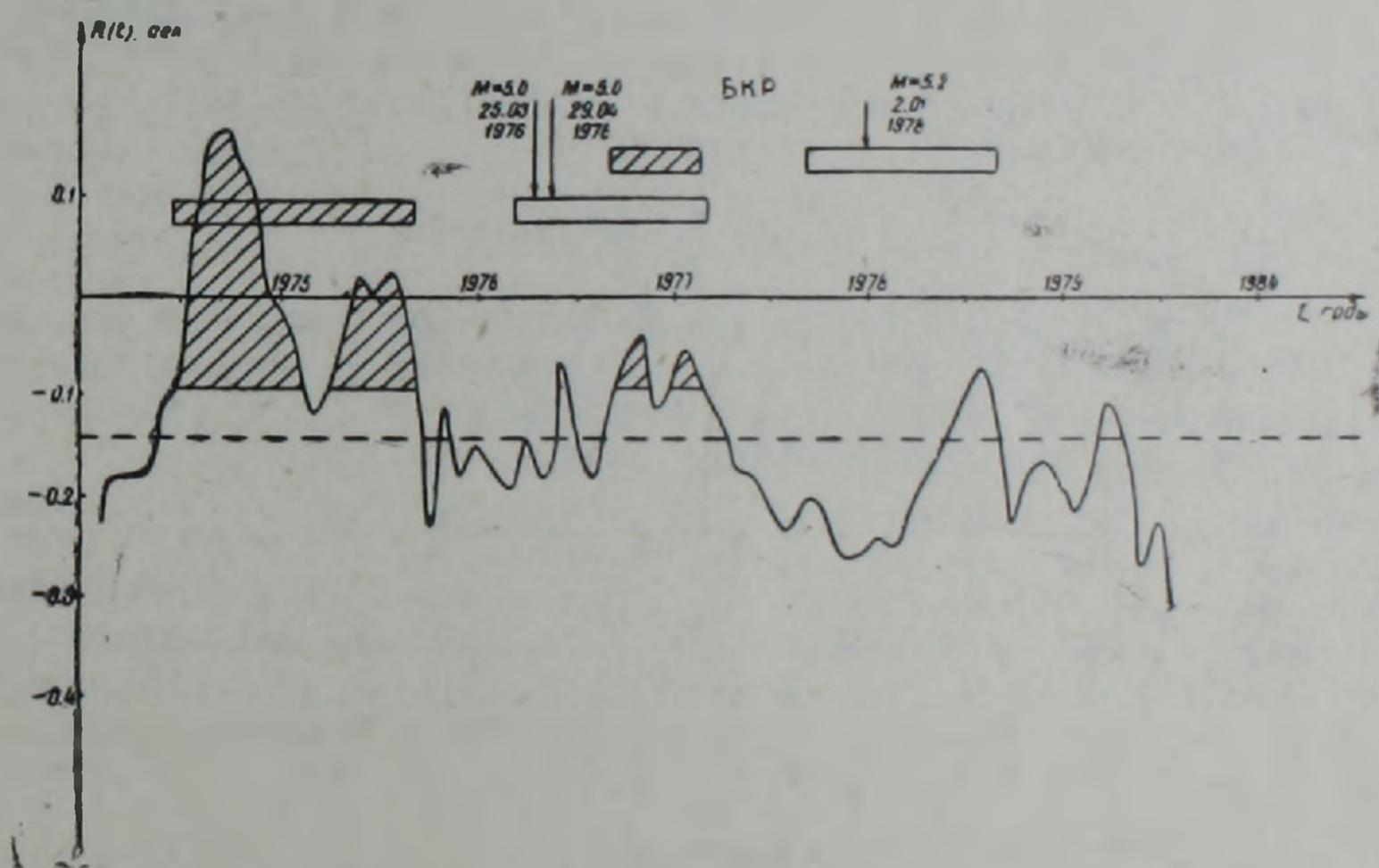
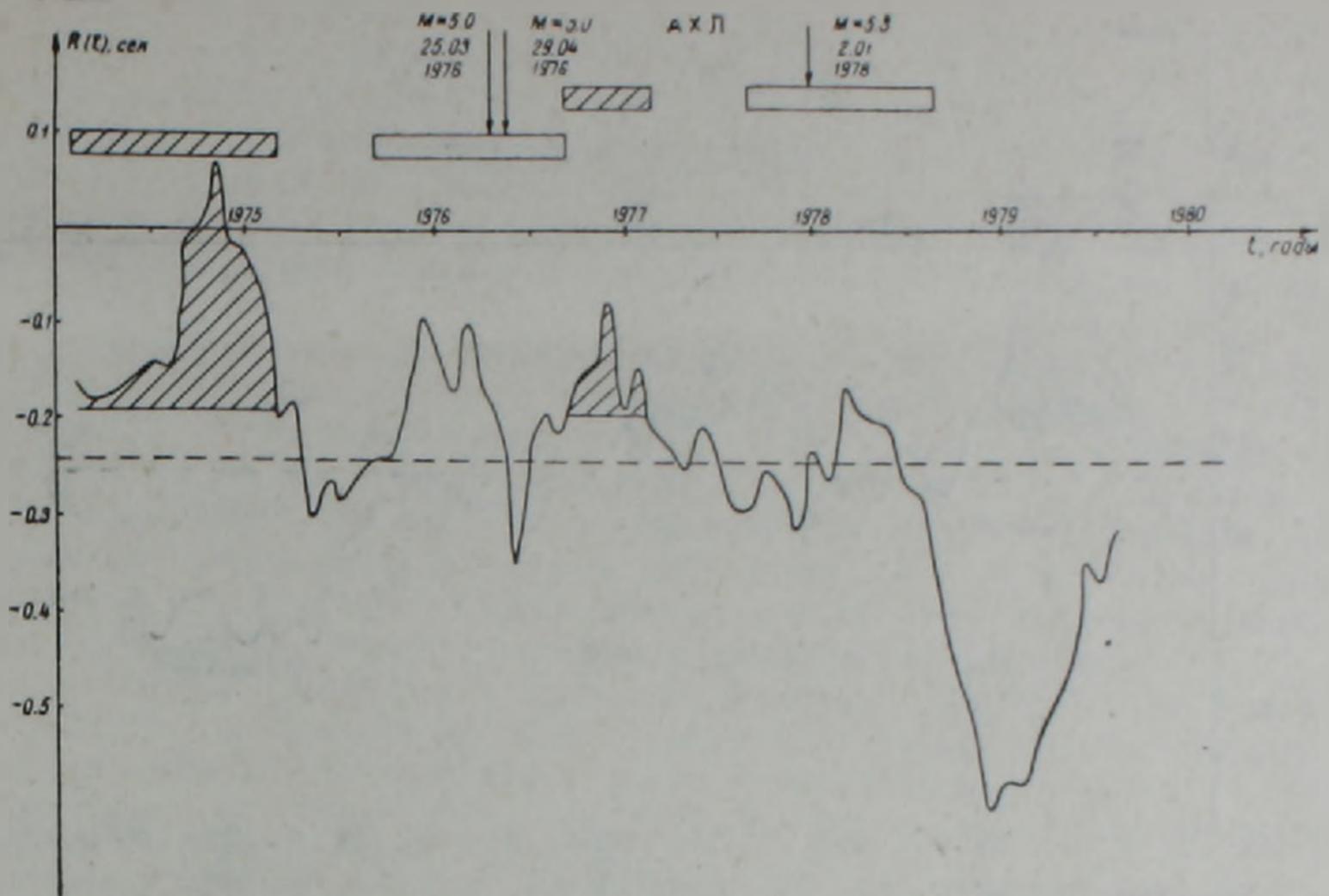


Рис. 2. Изменения средних полугодовых невязок на сейсмостанциях: а) СТП, б) БГД, в) АХЛ, г) БКР. Аномальные периоды скоростей заштрихованы, стрелкой обозначено время землетрясения.

Наша задача—выделение аномальных периодов увеличения невязок (они на рисунках заштрихованы). Как видно из рис. 3, за весь период наблюдаются два таких участка превышающих станционное среднее с мая 1974 по февраль 1975 и с февраля 1976 по январь 1977, с амплитудами аномалий 0,2 и 0,1 с соответственно.

Аналогичная картина наблюдается и на отдельных сейсмостанциях (заштрихованные участки на рис. 2 а, б, в, г). Для сейсмостанций СТП и БКР наблюдается хорошая корреляция невязок. На станции АХЛ (рис. 2в), между двумя заштрихованными аномальными участка-

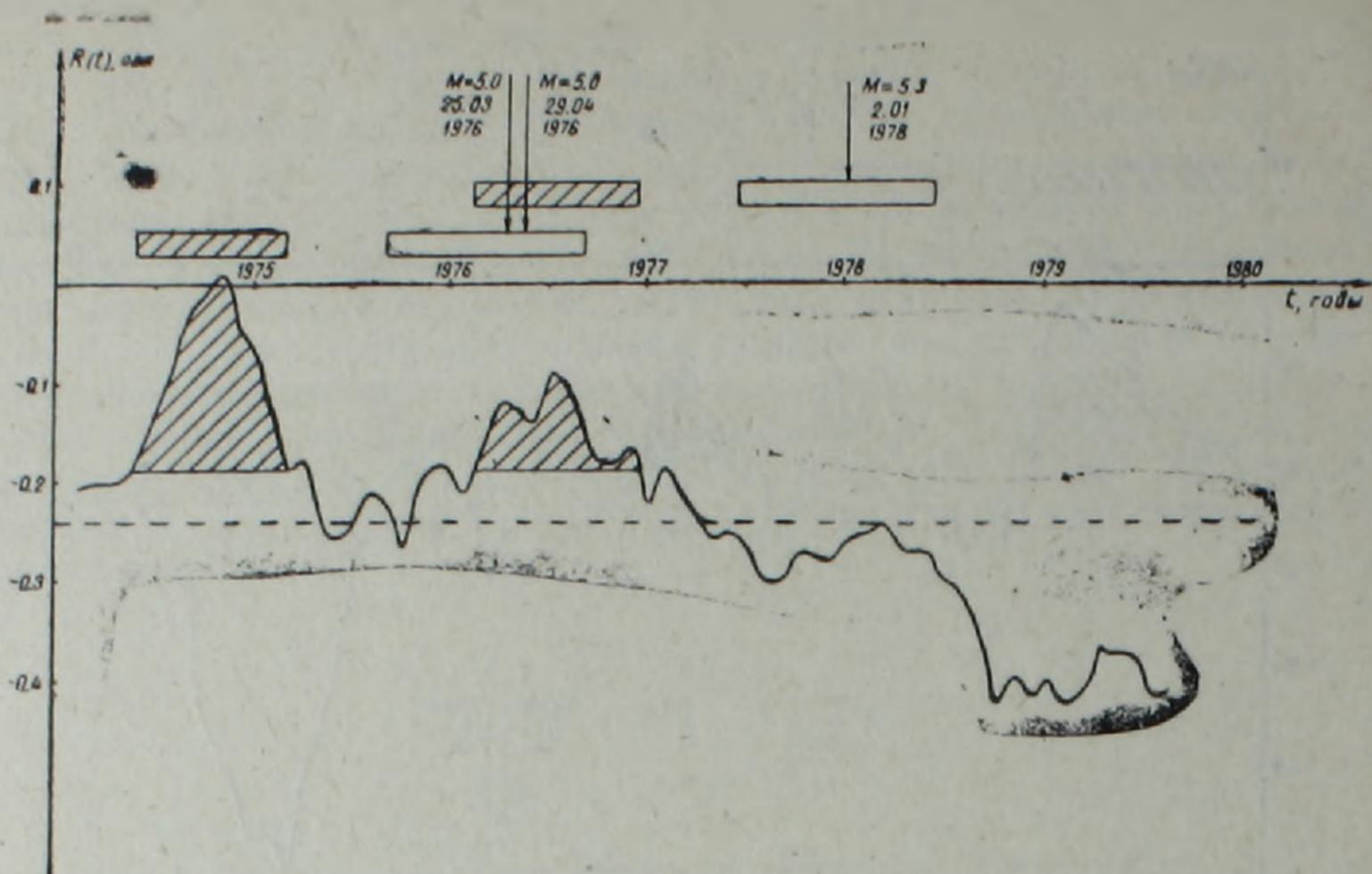


Рис. 3. Изменение суммарных полугодовых невязок на четырех сейсмостанциях. Аномальные периоды скоростей заштрихованы. Стрелкой обозначены времена землетрясений.

ми, выделяется третий участок. На станции БКР (рис. 2г) наблюдаемая картина более сложна, аномальные участки расчленяются. На первом участке аномальный период расширяется, кроме того тут имеется и наибольшая амплитуда средних невязок.

2. Анализ результатов

За исследуемый период на Джавахетском нагорье и его окрестностях произошли три сильных землетрясения с магнитудами $M \geq 5$. Эпицентры этих землетрясений показаны на рис. 1. В таблице 2 приведены данные об этих землетрясениях.

Таблица 2

№ № п/п	Дата			M	Примечание
1	25.03.1976	41.0	43.0	5.0	Турция
2	29.04.1976	40.9	42.8	5.0	Турция
3	2.01.1978	41.4	44.1	5.3	Дманиси

На рис. 2 а-г стрелками показаны моменты возникновения этих землетрясений. Расстояние между эпицентрами и станциями порядка 45–120 км. Радиус зоны проявления предвестников оценивается по формуле [9], $r = 10^{0.43 M}$, из которого получаем для землетрясения с $M = 5.0$: $r = 141$ км, а с $M = 5.3$ — $r = 190$ км. По радиусу зоны проявления предвестников все сейсмостанции входят в зону подготовки землетрясений (табл. 2). Горизонтальный размер объема неоднородной трещиноватости, ответственной за аномалию сейсмических скоростей, находится в пределах r , а форма зависит от протяженности очага и анизотропных свойств среды. О вертикальных размерах трещиноватой области можно судить по глубинам сейсмогенных разрывов. Глубину тектонического разлома можно оценить по значениям дисперсии групповых и фазовых скоростей прямых и отраженных волн. В центральной части Джавахетского нагорья по наблюдениям затуханий разных групп волн Лява в зависимости от глубины, выделяется разлом с глубиной залегания ~ 30 км [8]. Вертикальные размеры сейсмогенных разломов можно оценить

также и по глубинам очагов землетрясений, которые на Джавахетском нагорье достигают 20—25 км [8].

Анализ выявленных нами временных аномалий на сейсмостанциях нагорья указывает о размерах процессов подготовки землетрясения. Как видно из рис. 3, аномальный период изменения скоростей (заштрихованные области), продолжительностью $\sim 0,8 \div 0,9$ года, начинается за 1,5—2 года до землетрясения, затем наблюдается восстановление скоростей близ уровня станционного среднего. Такая картина находится в согласии с существующими моделями подготовки землетрясения.

Отметим, что на первый прогнозируемый период продолжительностью год, приходится и Черногорское землетрясение (28.07.1976 г., $M=6,2$), подготовка которого тоже может влиять на первый аномальный период. На первый аномальный период может сказываться и зона подготовки Ванского землетрясения (24.11.1976 г., $M=7,0$). Исследование числа прогнозируемых землетрясений и их магнитуды нами не проведено. Для этого нужно иметь большой статистический материал и исследовать форму и амплитуду аномального периода.

Первый выявленный аномальный период интерпретируем как предвестник 1 и 2 землетрясения из табл. 2, которые условно считаем как одно событие. Второй аномальный период интерпретируем как предвестник 3-го землетрясения из табл. 2. Подобная картина наблюдается и на отдельных сейсмостанциях рис. 2 а-г.

На основе полученных результатов дадим вариант формального алгоритма прогноза с использованием невязок первых вступлений Р-волн. Аномальный период понижения сейсмоскоростей $\lesssim 0,9$ года (на рисунках отмечены заштрихованными полосками) объявляется прогнозируемый период землетрясений с $M \geq 5$. Продолжительность времени ожидаемого землетрясения порядка одного года (незаштрихованные полоски).

Отметим некоторые особенности, вытекающие из детального анализа рис. 2,3. Идентичность поведения среднеполугодовых невязок на сейсмостанциях СТП и БГД (рис. 2 а, б) указывает на сходство строения земной коры под этими станциями. Несколько отличная картина аномальных периодов наблюдается на сейсмостанциях АХЛ и БКР (их раздвоение см. на рис. 2 в, г). Не исключено влияние особенностей строения земной коры под этими станциями. Усреднением невязок по всем станциям мы устраняем влияние этих локальных особенностей аномальных периодов и увеличиваем надежность полученных результатов.

Устойчивость среднеполугодовых невязок, конечно, зависит от пространственного распределения статистической выборки сейсмических источников, что позволит в дальнейшем изучить азимутальные неоднородности процессов подготовки землетрясений.

Заключение

Исследование невязок вступления скоростей Р-волн на сейсмостанциях АХЛ, БКР, БГД и СТП за период с 1974 по 1979 гг. позволило надежно выделить два аномальных прогностических периода продолжительностью $\sim 0,8 + 0,9$ года. В соответствии с моделями процессов подготовки землетрясения и физики очага, аномальные периоды интерпретированы как долгосрочные предвестники землетрясений. Они выделяются за 1,5—2 года до землетрясений с магнитудами $M \geq 5$.

Усреднение невязок по всем станциям позволяет надежно выявить временные аномалии скоростей с устранением локальных особенностей структуры под станциями. Аномалии, наблюдаемые на отдельных сейсмостанциях, могут дать информацию о пространственных неоднородностях процессов подготовки землетрясений.

Для предсказания силы и места подготавливаемого землетрясения (или землетрясений) описываемым методом, необходимо накопить

большой статистический материал и на этой основе исследовать амплитуды аномальных периодов и их продолжительность.

Институт геофизики
и инженерной сейсмологии
АН АрмССР

Поступила 12.III.1987.

Ս. Վ. ՎԱՐԶԵԼՅԱՆ, Ս. Յ. ՀԱԿՈՔՅԱՆ

ԶԱՎԱԽՔԻ ԼՆՌՆԱՇՆԱՐԶԻ, ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԵՐԻՑ ԱՌԱՋ P-ԱՎԻՔՆԵՐԻ
ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ

Ա մ փ ո փ ո ս մ

Կովկասի «Ախալքալակ», «Բակուրիանի», «Բոգդանովկա», «Ստեփանավան» սեյսմիկ կայանների գրանցումների ավյալներով հետազոտված են սեյսմիկ P-ալիքի միջին արագությունների փոփոխությունները 1974—1979 թթ. ընթացքում, ընդգրկելով 1978 թ. հունվարի 2-ի Դմանիսի ուժեղ երկրաշարժը: Կառուցված և քննարկված են արագությունների փոփոխությունների գրաֆիկները նշված բոլոր կայանների համար առանձին-առանձին, միաժամանակ նաև՝ բոլոր կայանները միասին վերցված: Հուսալիորեն առանձնացվում են երկու ոչ նորմալ պարբերություն՝ մոտավորապես 0,8—0,9 տարվա տևողությամբ: Այդ ոչ նորմալ պարբերությունները մեկնաբանվում են որպես կանխանշաններ՝ կապված Ջավախքի լեռնաշխարհի և նրա շրջակայքի $M \geq 5$ մագնիտուդայով երկրաշարժերի հետ, դրսևորվելով ցրնցումից 1,5—2 տարի առաջ: Ստացված արդյունքների հիման վրա առաջադրված է երկրաշարժերի երկարաժամկետ կանխագուշակման ձևական շափանիչ:

S. V. VARDZELIAN, S. Ts. HAKOPIAN

THE P-WAVES VELOCITIES CHANGES INVESTIGATION BEFORE
THE EARTHQUAKES IN THE DJAVAKHK HIGHLAND

A b s t r a c t

By the Caucasus „Akhalkalaki“, „Bakuriani“, „Bogdanovka“ and „Stepanavan“ seismic stations records the P-waves velocities variations are investigated during 1974--1979, including the Dmanisi earthquake in 2 January, 1978. Two anomalous periods of about 0,8—0,9 years duration are safely revealed. Both anomalous periods are interpreted as precursors, connected with the Djavakhk highland and its environs $M > 5$ earthquakes preparation, which reveal some 1,5—2 years before the shock.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арнольд Э. П., Прозоров А. Г. О возможности использования невязок вступления волны Р для прогноза землетрясений — Докл. АН СССР, 1975, 24, № 6, с. 1308—1311.
2. Вардзелян С. В. Временные изменения невязок Р-волны перед Загезурским землетрясением 1968 года — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1985, № 4, с. 73—77.
3. Долбилкина Н. А., Мячкин В. И. Вариации времен пробега продольных сейсмических волн в фокальной зоне у берегов Камчатки — В кн.: Сейсмическое просвечивание очаговых зон. М.: Наука, 1976.

4. *Касахара К.* Механика землетрясения. М.: Мир, 1984, с. 158—161.
5. *Мячкин В. И.* Процессы подготовки землетрясений. М.: Наука, 1978.
6. *Славина Л. Б., Пивоварова И. Б.* Методика расчета и построения трехмерных полей скоростей в фокальных зонах по сейсмическим данным (на примере Кавказа).—В кн.: Интерпретация сейсмических наблюдений. М.: Радио, 1982, с. 17—30.
7. *Семенов А. Н.* Изменения отношения времен пробега поперечных и продольных волн перед сильными землетрясениями.—Изв. АН СССР, Физика Земли, 1969 № 4, с.
8. Стресс, напряженно-деформационное состояние и условия сейсмичности литосферы Малого Кавказа. Тбилиси: Мецниереба, 1983.
9. Экспериментальная сейсмология М.: Наука, 1983, с. 23—24.
10. *Aggarwal Y. P., Sykes L. R., Ambruster J., Sbar M. L.* Premonitory changes in seismic velocity and earthquake prediction.—*Nature*, 1973, 241, № 5385, pp. 101—104.
11. *Schols C. H., Sykes L. R., Aggarwal Y. P.* Earthquake prediction: A physical basis —*Science*, 1973, 181, pp. 803—810.
12. *Whitcomb J. H., Garmany T. D., Andersen D. L.* Earthquake prediction: variation of seismic velocities before the San Fernando earthquake.—*Science*, 1973, 180, № 4086, pp. 632—635.
13. *Wiss M., Johnston A. C.* A search for teleseismic P-residuals changes before large earthquakes in New Zealand.—*J. Geophys. Res.*, 1974, 79, № 23, pp. 3283—3290.