

Հայաստանի ԳԱ Տեղեկագիր

**ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ**  
**НАУКИ О ЗЕМЛЕ**  
**EARTH SCIENCES**



Ամսագիրը հիմնադրվել է 1943 թ., լույս է տեսնում տարին 4 անգամ  
հայերեն և ռուսերեն լեզուներով:

#### ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈԼԵԳԻԱ

ՀԳԱ ակադ. Ա. Հ. Իսախանյան (պատասխանատու խմբագիր), ՀԳԱ ակադ.  
Ա. Վ. Գրիգորյան, երկրա-հանր. գիտ. թեկն. է. և. Ղուլյան, ՀԳԱ թղթ-անդամ  
Ա. Ի. Կառապետյան, երկրա-հանր. գիտ. ղոկտ. Բ. Մ. Մելիքսեթյան,  
երկրա-հանր. գիտ. թեկն. Ի. Տ. Սյուրջանյան, երկրա-հանր. գիտ. ղոկտ. Ս. Ն.  
Նազարյան, երկրա-հանր. գիտ. ղոկտ. Մ. Ա. Սարյան, ՀԳԱ թղթ-անդամ  
Ի. Բ. Տեր-Ստեփանյան, երկրա-հանր. գիտ. թեկն. Ա. Ս. Ֆառամազյան (պա-  
տասխանատու խմբագրի տեղակալ):

Պատասխանատու ջարտողար՝ է. Ա. Թոստոմովա

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Акад. АН А. А. Габриелян (ответственный редактор), акад. АН С. В.  
Григорян, канд. геол.-мин. наук Э. Х. Гулян, акад. АН А. И.  
Кирапетян, докт. геол.-мин. наук Б. М. Меликсетян, канд. геол.-  
мин. наук Р. Т. Мириджанян, докт. геол.-мин. наук С. Н. Назаретян,  
докт. геол.-мин. наук М. А. Сатян, член-корр. АН Г. И. Тер-Степа-  
нян, канд. геол.-мин. наук А. С. Фарамазян (зам. ответственного ре-  
дактора).

Ответственный секретарь Э. С. Ростомова

Խմբագրության հասցեն՝ 375019, Իրևան 19, Մարշալ Բաղրամյանի պող. 24ա

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

Բ Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

Շ. Հ. Ամիրյան, Ա. Ի. Կարապետյան Ա. Ս. Ֆարամազյան. Հանքային ֆորմացիաները և  
անտադաճությունների զարգացման հեռանկարները Հայաստանի Հանրապետությունում 3

Ջ. Կ. Մարտիրոսյան. Իջևանի շրջանի Սնորավանի կտրվածքի ու յուրայի ֆորամինիֆերները 15

Հ. Ա. Խանգուտյան. Պարաշամ-2 կտրվածքի (Նախ. ԻնՍՀ) պերմ-տրիասի առաջացում-  
ների թարարանական առանձնահատկությունների և բազալտոիդային սիլիների ու  
շտոկի հասակի մասին 23

Ս. Բ. Աբովյան, Ա. Ս. Սահակյան, Ե. Գ. Խառատյան. Լիթիումի բաշխման առանձնա-  
հատկությունները Փոքր Կովկասի օֆիոլիտային զոնաների պերմաֆիտներում 35

Վ. Ա. Իգումնով, Ջ. Գ. Ատեփանյան. Սրկրաթիմիական ռեծիմային դիտարկումների սխալ-  
ների մասին 41

Կ. Բ. Գրիգորյան. Հայաստանի Հանրապետության հատուկ պահպանվող բնական տա-  
րածքների ցանցի կատարելագործման մասին 52

Ա. Խ. Հովհաննիսյան, Ա. Հ. Սյունյան, Գ. Ս. Չիկվանի. Հայաստանի տարածքում եր-  
կրամագնետիսական դուշտի դարավոր տատանումները 1975—1986 թ. թ. ընթացքում 59

Հ Ա Մ Ա Ռ Ո Տ Հ Ա Ղ ՈՐ Դ ՈՒ Մ Ն ԵՐ

Տ. Ն. Կյուրեղյան. Մարցիգետի հանքադաշտի որոնողական ջրաերկրաթիմիական հաս-  
կանիչները 65

Վ. Ս. Սարգսյան, Ա. Ժ. Զիրյան, Ա. Ա. Սարյան. Մակերևույթային և ստորերկրյա  
ջրերի պահպանման համար կիրառվող ջրադինամիկայի որոշ օրինաչափություններ 70

Ա. Կ. Աֆրիկյան. Տարածական երկրաբաշխական ցանցերի հավասարեցման մի քանի  
հարցեր 74

СОДЕРЖАНИЕ

Մ. Օ. Амирян, А. И. Карапетян, А. С. Фарамазян. Рудные формации и пер-  
спективы развития металлургии в республике Армения 3

Յ. Կ. Марукян. Позднеюрские фораминиферы из Енокаванского разреза  
Иджеванского района 15

Ханзатян Г. А. О литологических особенностях отложений пермо-триаса  
разреза Дарашам-2 (НахАССР) и возрасте силлов и штока базальтондов 23

Տ. Բ. Абовян, А. С. Саакян, Е. Г. Харатян. Особенности распределения лития  
в ультрамафитах офиолитовых зон Малого Кавказа 35

Յ. Ա. Игумнов, З. Г. Степанян. О погрешностях геохимических режимных  
наблюдений 41

Գ. Բ. Григорян. Об усовершенствовании сети особо охраняемых природных  
территорий Республики Армения 52

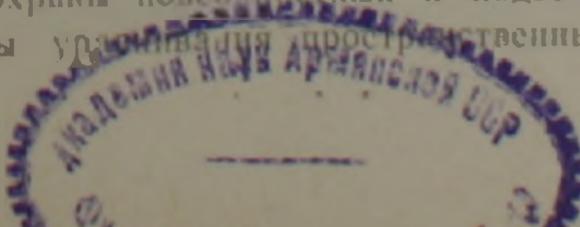
Տ. Ր. Оганесян, А. О. Симосян, Д. С. Чиковани. Вековые вариации геомагнитно-  
го поля на территории Армении за период 1975—1986 гг. 59

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Դ. Ս. Кюрегян. Поисковые гидрогеохимические признаки Марцигетского руд-  
ного поля 55

Յ. Տ. Саркисян, Ա. Զ. Читчян, Ա. Ա. Сарգսյան. Некоторые закономерности гидро-  
динамики, применяемые для охраны поверхностных и подземных вод 70

Ա. Գ. Африкян. Некоторые вопросы удешевления пространственных геодези-  
ческих сетей 74



## CONTENTS

<i>Sh. H. Amiryan, A. I. Karapetian, A. S. Faramazian.</i> The ore formations and the metallurgy development prospects in the Republic Armenia	3
<i>Z. K. Marukian.</i> The Idjevan region Yenokavan section Late Jurassic Foraminifera	15
<i>H. A. Khanzadian.</i> On the lithological peculiarities of the D. rasham-2 section (Nakhichevan ASSR) Upper Permian Lower Triassic sediments and on the basaltic sills and a stage	23
<i>S. B. Abovian, A. S. Sahakian, E. G. Kharatian.</i> Peculiarities of the lithium distribution in the ultramafites of the Minor Caucasus ophiolite zones	35
<i>V. A. Igumnov, Z. G. Stepanian.</i> On the errors of geochemical regime observations	41
<i>G. B. Grigorian.</i> On the improvement of the Republic Armenia especially protected natural territories network	52
<i>S. R. Hovhannissian, A. H. Simonian, D. S. Chikovany.</i> The geomagnetic field secular variations in the Armenia territory during 1975-1986	59

## SHORT REPORTS

<i>T. N. Kyreghian.</i> The Martisguet ore field prospecting hydrogeochemical indications	65
<i>V. S. Sarkisian, A. Zh. Chitechian, A. A. Sargsian.</i> Hydrodynamics some regularities applying for protecting the surface and underground waters	70
<i>A. G. Atrikian.</i> Some problem of the spatial geodesic networks equalizing	74

Ш. О. АМИРЯН, А. И. КАРАПЕТИН, А. С. ФАРАМАЗЯН

## РУДНЫЕ ФОРМАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТАЛЛУРГИИ В РЕСПУБЛИКЕ АРМЕНИЯ

В статье приводится краткая характеристика известных на территории Республики Армения главных рудных формаций, данные о вещественном составе рудосодержащих рудных элементах и важнейших примесях, обосновывается экономическая целесообразность организации эксплуатации месторождений ряда рудных формаций, извлечения черных, цветных, благородных и редких элементов; на базе последних организовать производство сплавов, новейших специальных приборов и аппаратуры.

Декларация о независимости, провозглашенная Верховным Советом Республики Армения в качестве важнейшей основы, предусматривает экономический суверенитет, под которым, прежде всего, подразумевается право самостоятельно распоряжаться природными богатствами территории республики, не допускать бессмысленной растраты минерально-сырьевых ресурсов, предпринять все меры для рационального использования руд, сохранить для последующих поколений богатства недр, природу.

Республика Армения имеет мощную сырьевую базу для развития металлургии, организации добычи многих родов цветных, легирующих, черных, редких и благородных металлов. В ближайшем будущем это развитие необходимо осуществить не путем увеличения интенсивности разработки эксплуатируемых месторождений, а расширения типов добываемых руд для получения новых для Армении рудных концентратов и металлов; добиться комплексной переработки руд, попутного извлечения из добываемых комплексных руд всех ценных примесей; на базе эксплуатируемых в Армении рудных месторождений создать новые, пусть небольшие, горнометаллургические заводы.

Для экономического суверенитета Республики Армения важным является создание комплексов таких предприятий, которые позволили бы не только осуществить переработку новых для Армении типов руд, но и извлечение наряду с главными металлами, ценных элементов-примесей, на базе которых создать производство получения различных сплавов, деталей для приборов и машин. Таким образом, речь идет о расширении металлургической промышленности в республике с производственными комплексами, состоящими из целого ряда звеньев, начиная с разработки месторождений и получения рудных концентратов до извлечения металлов, получения сплавов, производства деталей, приборов и машин.

Для решения этой задачи в качестве сырьевой базы могут служить описываемые ниже различные по составу руд месторождения, выявленные и изученные армянскими геологами на территории Армении.

*Медно-молибденовые формации* относятся к плутогенно-гидротермальной и вулканогенно-гидротермальной генетическим группам. Первая из них является наиболее важной в промышленном отношении и представлена месторождениями (Каджаран, Агарак, Дастакерт, Джиндара, Аикаван и др.), развитыми главным образом вдоль региональных складчатых и разрывных структур Памбак-Зангезурской металлогенической зоны и пространственно и парагенетически связанными с гранитоидами верхней эоцен-миоценового возраста [10, 18, 25, 27]. В пределах Вайкского рудного района молибденовое оруденение представлено небольшими месторождениями (Варденис, Элпин и др.), генетически связанными с субвулканическими, лакколитообразными телами дацитов миоплиоценового возраста и относящимися к вулкано-

генио-гидротермальной генетической группе. Месторождения Cu-Mo формации установлены также в Алаверди-Капанской структурно-металлогенической зоне—Техут, Шикахох и др., возраст которых относится к меловому времени [4, 5].

Обычно крупные концентрации медно-молибденовой формации руд контролируются разломами, зонами дробления и брекчирования гидротермально измененных пород. Рудоконтролирующую роль играют также дайки порфиров, вдоль которых часто развиты зоны с промышленным штокверковым Cu-Mo оруденением [23, 29]. Наибольшую промышленную ценность имеет прожилково-вкрапленный тип оруденения (Каджаран, Агарак, Техут и др.), подчиненное значение имеет жильный тип (Айгедзор, Каджаран), а на Дастакертском месторождении развиты брекчиевидные руды [10, 27, 29].

Руды месторождений медно-молибденовой формации характеризуются прерывистостью процессов формирования—многостадийностью рудоотложения; отмечаются от 4—6 до 10 стадий минерализации, из которых продуктивными обычно являются 2—3 стадии.

В зависимости от степени развития кварц-молибденитовой, кварц-халькопирит-молибденитовой и кварц-халькопиритовой стадий месторождения Cu-Mo формации делятся на существенно-медные (Личк), медно-молибденовые (Каджаран, Техут и др.) и существенно молибденовые (Айгедзор, Анкаван, Варденис) типы. В этом ряду отношение Mo: Cu колеблется в пределах 1:50—60 до 1:2—5.

Руды характеризуются большим многообразием минеральных видов и постоянным преобладанием халькопирита и молибденита, при подчиненной роли пирита, борнита, сфалерита, галенита. Во многих месторождениях установлены минералы As, Sb, Bi, Ag, Au, Ge, Te, представленные сульфидами и сульфосолями. Практический интерес могут представлять Te, Se, Re, Bi, Au, Ag, максимальные концентрации которых приурочены к средним и поздним стадиям минерализации [20, 27, 29].

Формации Cu-Mo руд имеют большие перспективы; для расширения сырьевой базы Cu, Mo, редких и благородных элементов следует геологоразведочные работы концентрировать на флангах рудных полей Каджарана, Агарака, Техута, поисковыми работами охватить полосу Дебаклинского регионального разлома, восточную экзоконтактовую зону Мегринского плутона и районы развития гранитоидных интрузий (Гехи, Гярд, Шнох-Колб, Анкаван и др.).

В пределах Каджаранского месторождения—самого крупного представителя Cu-Mo формации, наиболее богатые руды развиты в сильно гидротермально измененных—серицитизированных, окварцованных зонах монзонитов.

Кроме халькопирита и молибденита в них установлены сульфосоли Bi, As, Sb, теллуриды, самородное золото, серебро, висмут, значительные концентрации Re, Se, Te, Bi, Ge, Cd, Au, Ag, [27, 29].

В рудном поле Техутского месторождения богатые участки оруденения приурочены к оперяющим трещинам сбросо-сдвиговых нарушений, зонам сильно гидротермально измененных, раздробленных пород. Основными продуктивными в отношении Cu и Mo являются руды кварц-молибденитовой, кварц-пирит-халькопирит-молибденитовой и кварц-ангидрит-пирит-халькопиритовой стадий минерализации.

*Колчеданные формации* составляют наиболее важную часть вулканогенных месторождений Армении. Группируются они [16] в серноколчеданной, барит-полиметаллической и золото-полиметаллической формациях, которые представлены промышленными месторождениями и многочисленными рудопроявлениями, развитыми в пределах Алаверди-Капанской и Севанской минерагенических зон [20]. Месторождения этих формаций обычно приурочены к участкам грабенообразных прогибов с интенсивно проявленным гомодромным магматизмом с по-

следовательно дифференцированным базальт-андезит-риолитовым рядом, представленным эффузивными, экструзивными с субвулканическими телами. Рудно-магматические комплексы формировались в условиях островодужных режимов с континентальным основанием калийно-кальциевого профиля.

*Медноколчеданная формация* представлена (Капан, Алаверди, Шамлуг) месторождениями, в которых оруденение образует жилы, штокверки, штоки, линзы, прожилково-вкрапленные зоны, сложенные халькопиритом, пиритом, кварцем, а также борнитом, халькозином, блеклыми рудами, энаргитом, сфалеритом, галенитом, ковеллином, марказитом, теллуридами Pb, Bi, Ag, Au, германитом, рейнгеритом, баритом, ангидритом, гипсом, карбонатами и др. минералами [3, 15, 22, 34]. Основным металлом руд является Cu, практический интерес представляют примеси Au, Ag, Se, Te, Bi. Из второстепенных минералов повышенные концентрации образуют Cd, In, Ga, Ge [7, 20, 31]. Для Капанского месторождения характерны жилы и штокверки, для Алавердского — штоки, линзы, для Шамлугского — пологопадающие штоки, линзы, жилы и прожилково-вкрапленные зоны. Рудообразующие породы представлены кварцевыми андезитами, андезито-дацитами, разнообразными туфами и игнимбритами средне-кислого состава и миндакаменными андезитами, андезито-базальтами и их брекчиевыми лавами среднеюрского возраста [7]. Рудные поля приурочены к крупным палеовулканическим сооружениям и вулканическим аппаратам. Например, Капанское месторождение расположено в пределах среднеюрского палеостратовулкана. В пределах рудных полей медноколчеданных месторождений значительное развитие имеют дайки андезито-базальтов, диабазов, диабазовых порфиритов, кварцевых габбро, кварцсодержащих порфиров, липаритовых порфиров, пикритов [7, 31].

Отчетливо проявлена приуроченность оруденения к дайковым полям, к породам субвулканической жерловой и околожерловой фаций [7, 31], которые вместе с рудными телами контролируются разрывными нарушениями и обычно подвергнуты воздействию газогидротермальных процессов с образованием прожилитов и вторичных кварцитов. Оруденение обычно сопряжено с серицитовой, реже диккитовой фациями вторичных кварцитов, а также залегающими под ними серицит-хлоритовой, серицит-карбонатной, хлорит-карбонатной фациями, пропилитами стадии кислого выщелачивания [7]. Над рудоносными горизонтами обычно на обширных полях проявлены практически безрудные фации цеолитов, вторичных кварцитов (монокварцевая, алуниговая, диаспоровая и др.), которые, фиксируя участки наиболее интенсивного просачивания серноколчеданных газогидротермальных растворов, служат индикаторами происходящих на глубине процессов рудообразования [7].

Рудообразовательный процесс делится на ряд стадий минерализации, которые привели к образованию разнотемпературных и различных по составу парагенетических ассоциаций минералов. Наиболее важной является кварц-халькопиритовая стадия минерализации, повсеместно проявлена кварц-пиритовая стадия, слабо-полиметаллическая, а иногда (Капан) — также и Cu-As стадии [11, 14, 31]. Продукты этих стадий нередко наложены друг на друга, слагая сложные и весьма неоднородные по составу рудные тела. Для отдельных месторождений медноколчеданной формации (Капан) характерно совмещение продуктов двух этапов оруденения [11]. В этом случае возрастные взаимоотношения даек и руд весьма сложные [7]. Дорудные для позднего этапа дайки являются пострудными для раннего этапа (средняя юра), и в отношении всего оруденения они являются интратрудными.

*Колчеданная золото-полиметаллическая формация* представлена Шаумянским месторождением (с участками Халадж, Теждин), а также рядом рудопроявлений, известных в пределах Алавердского и Капанского рудных районов. В составе руд в качестве важнейших минералов выступают самородное золото, теллуриды Au, Ag, Pb, Bi,

халькопирит, сфалерит, галенит. Основными элементами руд являются Au, Ag, Pb, Zn, Cu, элементами-примесями: Cd, In, Tl, Te, Se, Bi [7, 20].

Рудообразовательный процесс делится на кварц-пиритовую, пирит-халькопиритовую (с теллуридами висмута), галенит-халькопирит-сфалеритовую (с теллуридами Pb, Ni, Bi, Ag, Au), кварц-карбонатную, ангидрит-гипсовую. Наиболее интенсивно проявлена третья стадия [7, 11, 20, 31].

Рудные тела представлены жилами, которые нередко сопровождаются прожилково-вкрапленной минерализацией, преимущественно пиритового, пирит-халькопиритового состава. Рудные тела на Шаумянском месторождении приурочены главным образом к кварцевым андезитами интрузивного облика (барабатурская толща), дайкообразным, жилкообразным, грибовидным, часто неправильным по форме трубообразным и штокообразным телам. В отдельных случаях рудные жилы (№№ 3, 5 и др.) совмещены с инъекционными брекчиями. На месторождении значительное развитие имеют диабазовые и габбро-диабазовые дайки, а также дайкообразные тела субвулканических кварцевых андезитов, которые по отношению к золото-полиметаллическому оруденению являются дорудными образованиями. Для формации характерна приуроченность оруденения к субвулканическим фациям, которые слагают центральные части крупных палеовулканических построек. Рудоносные площади разрывными нарушениями разбиты на блоки. Оруденение рассматривается как вулканогенно-гидротермальное, парагенетически связанное с среднеюрскими субвулканическими кварцевыми андезитами, которые образовались после формирования промышленных колчеданных руд [7].

*Барито-полиметаллическая формация* представлена промышленным месторождением Ахтала и многочисленными рудопроявлениями, развитыми в пределах Алавердского рудного района. Рудные тела представлены линзами, гнездами, минерализованными зонами, сложенными сфалеритом, галенитом, халькопиритом, пиритом, теннантитом и др. Оруденение имеет многостадийный характер. Выделяются пиритовая, пирит-халькопиритовая, полиметаллическая, Cu-As, баритовая и карбонатная стадии, из которых практическое значение имеют полиметаллическая и баритовая. Главнейшими рудообразующими элементами являются Zn, Pb, Cu, при преобладании Zn над Pb, а последнего над Cu, соотношение  $Zn:Pb:Cu=3:17:1$  [20]. Сравнительно повышенные концентрации образуют Ag, Au, Se, Te, Ge.

Оруденение в основном развито в среднеюрских кварцевых плагиопорфирах, переходящих в туфы, экструзивные и вулканические брекчии, которые перекрываются порфиритами того же возраста. Рудолокализирующую роль играли разрывные нарушения и межформационный контакт (между рудовмещающими кварцевыми плагиопорфирами и перекрывающими порфиритами). Они пересекаются породами жильной фации, представленными дайками кварцевых дацитовых порфиров, диабазовых порфиритов, фельзит-порфиритов, ортофилов. Рудное поле Ахтальского месторождения расположено в присводовой части брахиаantikлиналиной складки. Рудовмещающие вулканиды подвергнуты региональному зеленокаменному метаморфизму (амфибол-эпидот-хлорит-карбонатные пропилиты). Околорудные метасоматиты стадии кислотного выщелачивания от рудных тел и далее представлены фациями аргиллизитов, кварц-серицитовых метасоматитов, пропилитов. Перспективной для колчеданно-полиметаллической формации являются Мурхузская рудоносная зона в Шамшадинском районе, места интенсивного проявления средне-позднеюрского эксплозивного вулканизма преимущественно кислого состава.

*Серноколчеданная формация* представлена средними по размерам месторождениями (Тандзут, Чибухли и др.) и многочисленными проявлениями, развитыми, главным образом, в Базумском районе Севан-Амасийской минерагенической зоны. Оруденение представлено круто-

падающими линзообразными залежами пирита. Пространственно и парагенетически оруденение связано с сетчатыми, иногда силлообразными субвулканическими телами липаритовых порфиритов среднеэоценового возраста. Они приурочены к галеовулканическим структурам и вулканическим аппаратам, которые гидротермально интенсивно переработаны.

Благоприятствовали локализации оруденения узловые зоны пересечения крупных разрывных нарушений с участками межпластового отслаивания и расщепления. Выделяются пиритозая, пирит-палькопиритовая, полиметаллическая стадии минерализации, из них последние две проявлены очень слабо. В минеральном составе руд участвует также мельниковит-пирит, борнит, халькозин, ковеллин (гипогенный), теннантит, галенит, сфалерит и др. минералы. Серноколчеданные руды Гандзутского месторождения характеризуются заметными содержаниями золота, которые могут представить практический интерес в развитой над месторождением «железной шляпе» [11, 20].

Золоторудные формации объединяют золото-теллур-полиметаллическую (Зод, Меградзор и др.), золото-полиметаллическую (Тей-Личквас, Шаумян, Арманис, Марц и др.), вольфрам-полиметаллическую (Гамзачиман), золото-антимонит-сульфоантимонитную или сурьмяно-полиметаллическую (Азатек, Марджан, Софи-бина, Барцраван, Мазмазак), золото-кварцевую или убогосульфидную золоторудную (Капутсар, Зар, Перевальная и др.) формации [2, 11, 13].

Месторождения этих формаций, разбитые во всех минерагенических зонах Армении, связаны с большинством проявленных здесь магматических циклов. Наибольшей золотосодержательностью характеризуются интрузивные циклы третичного возраста, интенсивно проявленные в Севано-Амасийской и Памбак-Загезурской зонах. Месторождения золоторудных формаций связаны как с интрузивными, так и экстррузивными (субвулканическими) комплексами. На Зодском месторождении это интрузии и дайки кварц-порфиров (липарит-порфиров), диорит-порфиритов; Меградзорском—сиенит-порфиров, кварцевых сиенит-порфиритов; на Гамзачиманском—граносиенитов; Тей-Личквасском—диабазитовых порфиритов, андезито-дацитов и гранит-гранодиорит-порфиритов, керсантитов; Гегарчинском и Азатекском—граносиенитов, гранодиоритов, диабазовых и диоритовых порфиритов; Шаумянском—субвулканических, андезитовых порфиритов, кварцевых андезито-дацитов, андезито-дацитовых порфиритов, кварцевых порфиритов и альбитофиритов; Арманисском—липаритов, липарито-дацитов, дацитов; Лалигюхском—дацитов, габбро-диоритов, диорит-порфиритов, диабазовых порфиритов. В большинстве случаев они характеризуются порфировидными структурами, обильным содержанием ксенолитов других пород. Нередко это штоки и дайки с рвущими и крутыми контактами. Малая мощность надинтрузивной покрывки пород в момент внедрения, структурно-текстурные особенности пород свидетельствуют об их образовании на малых глубинах в гипабиссальных условиях. Месторождения часто ассоциируют с поздними отщеплениями глубокодифференцированных интрузивных пород—гранит-, гранодиорит-порфиры, андезито-дациты, керсантиты, диорит-порфириты, граносиениты, диабазовые и диоритовые порфириты (Тей, Личквас, Гамзачиман, Азатек), малые интрузии кварц-порфиров, андезито-дацитов, дацитов, липаритов (Зод, Арманис). Местами золоторудное оруденение проявлено в связи с субвулканическими и экстррузивными образованиями (Лалигюх). В богатых Au месторождениях (Зод, Меградзор, Тей) развиты парагенезисы Ag, Bi, Te, Sb, Hg, Pb, Zn, Cu, а в минеральном составе руд преобладают сульфиды, арсениды, различные сульфосоли и теллуриды.

Основными металлогеническими эпохами золота являются киммерийская и альпийская. Первая интенсивно проявлена в Алаверди-Капанской структурно-металлогенической зоне в виде колчеданной, золото-полиметаллической формации (Шаумян, Лалигюх, Воскепар и

др.) Вторая является главной, металлогенической эпохой золота Армении, она хорошо развита в Севано-Амасийской и Памбак-Зангезурской зонах.

Наиболее интересные концентрации Au являются продуктами поздних-конечных стадий развития минерогенических зон (Зод, Меградзор, Арманис, Тей и др.). Контролируются они Севано-Акеринским, Анкаван-Зангезурским и др. зонами глубинных разломов и Дебаклинским, Маймех-Мегрутским, Ревазлинским, Кюйбышевским, Зодским, Тейским, Воскепар-Качачкутским, Мармарикским, Меградзорским, Дилижанским и др. крупными разрывными нарушениями, а также сопряженными с ними зонами смятия и раздробления пород. Для локализации оруденения благоприятными являются сочетания антиклинальных поднятий с разрывными структурами (Зод, Меградзор, Гамзачиман, Арманис, Азатек и др.). Рудоконтролирующую роль играют также контакты даек (Зод, Меградзор, Тей), зоны трещиноватости интрузивных массивов (Гамзачиман, Личкваз) и межпластовых подвижек (Азатек).

Вмещающие оруденения породы золоторудных месторождений обычно подвергнуты околожильным и предрудным метасоматическим изменениям. Первые представлены пропилитами, аргиллизитами, лиственитами, вторичными кварцитами и т. д. (Зод, Меградзор, Тей, Шаумян, Арманис и др.), вторые—аргиллизитами, пропилитами, кварцкарбонатными и тальк-карбонатными (Зод), нередко монокварцевыми породами. Высокотемпературные стадии минерализации обычно сопровождаются ороговикованием и турмалинизацией (Каялу), низкотемпературные—цеолитизацией и опилсованием (Зод, Тей, Азатек, Арманис).

Проба самородного золота варьирует в пределах от 700 до 960, она понижается с переходом к низкотемпературным рудам.

Для многих месторождений золоторудных формаций характерна зональность распределения оруденения. Золото-теллуровые, антимонитовые, реальгар-аурипигментовые руды обычно развиты на верхних и средних горизонтах, а золото-арсенопиритовые и золото-полиметаллические—на средних и нижних (Зод), с глубиной Au:Ag возрастает за счет повышения концентрации Au на глубине. На верхних горизонтах Тейского месторождения широко развиты низкотемпературные арсенопиритовые руды и цеолитизация, на нижних—золото-полиметаллические и пирит-халькопиритовые.

Перспективными в отношении золота являются Аревис-Барцраванская, Анкаван-Тухманукская, Азатек-Газминская, Гамзачиман-Фиолетовская зоны, Марцигетское рудное поле, Алаверди-Спасакарская полоса, верховья р. Ахурян и Дзорагет, бассейн левых притоков р. р. Джилга, Желтая, Верхне-Шоржинский участок на южном продолжении Зодского рудного поля, районы Тертерского, Пхрутского, Кармиркарского, Таштунского, Лалигюхского рудопроявлений, Гехинский участок.

Формации полиметаллических руд представлены *вулканогенно-гидротермальными формациями собственно полиметаллических и свинцово-цинковых руд и плутоногенно-гидротермальной полиметаллической формацией* [11, 19, 26]. Первые две характерны для Севано-Амасийской зоны, в особенности для его Мари-Привольненского сегмента, расположенного на стыке Сомхето-Кафанской и Севано-Амасийской структурных зон и фиксируется разломной зоной глубокого заложения.

Привольненское свинцово-цинковое месторождение представлено метасоматическими пластообразными залежами в окварцованных породах, возникших за счет маломощных мергелистых и известковистых туфопесчаников среднего эоцена. В рудовмещающих высокотемпературных скарноидах отмечается гранат-пироксеновая, гранат-волластонитовая, эпидот-хлорит-карбонатная, кварц-серпичитовая фации [25]. Свинцово-цинковое оруденение проявляет пространственную

связь с экструзивно-субвулканическими коагматами риолитовых фельзит-порфиров с абсолютным возрастом 41—46 млн. лет. Проявлены пирит-халькопирит-гематитовая (Дзагидзор, Мгарт, Привольное), теннантит-энаргитовая (Мец-Дзор), галенит-сфалеритовая (Привольное, Марц), кальцит-цеолитовая и кварц-карбонатная ассоциации. В свинцово-цинковых рудах главными минералами являются галенит, сфалерит, жильные минералы, кварц и карбонат, элементы-примеси руд—Au, Ag и Cd, в некоторых случаях (Мгарт) также Mo и Bi. Запасы медных и свинцово-цинковых руд Марц-Привольненского рудного узла небольшие, повышенная золотоносность руд (Марц) требует проведения в широком масштабе поисково-разведочных работ.

Плутоногенно-гидротермальная полиметаллическая формация позднеальпийского цикла развита в пределах Цахкунк-Запгезурской салической зоны и в особенности в Вайкском (Газма, Гюмушхана), Капанском (Аткиз, Шенатаг и др.), Сисианском рудных районах. Полиметаллическая минерализация вместе с Cu-Mo контролируется позднеэоцен-раннемиоценовым циклом интрузивного орогенного магматизма с субщелочной направленностью (габбро-монцитит-граносенилитовая формация с более поздней субвулканической гранит-гранодиоритовой формацией с повышенной калиевой щелочностью). В большинстве случаев рудные зоны и жилы находятся в экзоконтактной части гранитоидных массивов, редко переходят в экзоконтактные участки слабо дифференцированных пород основного и среднего составов и туфоосадочные толщи среднего-верхнего эоцена (реже—олигоцена). Рудоконтролирующими являются разрывные нарушения и дайки диоритовых порфиритов. Околорудный метасоматизм представлен фациями аргиллизитов, кварц-серпичитовых метасоматитовых метасоматитов и пропилитов. Отличается более сложным вещественным составом, установлены [20, 26] пиритовая, пирит-халькопиритовая (с молибденитом), теннантит-энаргитовая, полиметаллическая, сульфоантимонитовая, кварц-антимонитовая, реальгар-аурипигментовая и кварц-карбонатная ассоциации, которые неравнозначны на разных месторождениях.

Для руд характерны также сфалерит, галенит, арсенипирит, сульфоантимониты (бурнонит, геокронит, буланжерит) и сульфовисмутиты свинца и меди (айкиннит, козалит, матильдит), которые отсутствуют в рудах вулканогенной группы, Zn:Pb в среднем составляют 1:1.

*Железорудные формации* объединяют более 80 железорудных месторождений и проявлений, которые группируются в *собственномагматической титаномагнетитовой, скарновой—гранат-магнетитовой, вулканогенно-гидротермальной магнетит-апатитовой, эксгальционно-осадочной железо-марганцевой, плутоногенно-гидротермальной, гематитовой, метаморфогенной, кремнисто-железистой формациях* [11, 22].

Первая из них представлена богатыми железом и титаном минералами—пироксенитами и оливинитами (Сваранц, Камакар). Руды представлены титаномагнетит-ильменитом-магнетит-ильменит-шпинель минеральным парагенезисом, вкрапленной текстурой с сидеронитовой структурой [9]; характеризуются сравнительно высоким содержанием Ti, V, Mn, Mg, повышенным—Co и Ni, из вредных примесей отмечаются P, S, As. Это бедные Fe (18—22%), «монотитанистые» (1,5—4,6 TiO<sub>2</sub>) ванадийсодержащие (0,1—0,4% V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) руды, образуют крутопадающие секущие линзовидные и дайкообразные тела мощностью в среднем 60—70 м, по простиранию 260—800 м, иногда до 1400 м. Оруденение прослеживается на глубину 800 м и более. Общие запасы титаномагнетитовых руд (геологические и прогнозные) оцениваются порядка 1,2—15, млрд. тонн.

Скарновая гранат-магнетитовая формация представлена более 30 скарновыми железорудными месторождениями и проявлениями, среди которых промышленный интерес представляют: Разданское, Базумское, Ахавнадзорское месторождения. Все эти железорудные скарны относятся к известково-скарновому типу, связанному со среднеэоценовым

(Каджеринский или Геджалинский) и верхнеэоцен-олигоценным (Разданский, Ахавнадзорский и др.) умеренно-кислым известково-щелочным и субщелочным Памбакским и Базумским гипабиссальным интрузивным комплексом [22]. Железорудные скарны состоят в основном из граната андрадит-гроссулярового состава, широксена, эпидота, магнетита; присутствуют также апатит, амфибол, плагиоклаз, скаполит, гематит и др.

Иногда железорудные скарны развиты среди пород вулканогенной и вулканогенно-осадочной толщ во внешней зоне экзоконтактового ореола интрузий (Цакери-дош), представленной эпидот-актинолитовыми метасоматитами с мушкетовит-гематитовой ассоциацией и наложенным пиритом (Co—0,1—1,2%, Ni—0,003—0,3%). Разданское месторождение относится к гранат-эпидот-магнетитовому, Базумское—гранат-пироксен-магнетитовому, Ахавнадзорское—гранат-apatит-магнетитовому минеральным типам. Выделяются массивные магнетитовые и вкрапленные силикатно-магнетитовые руды [9]. Общие запасы железных руд, в том числе и прогнозные, скарновой формации Республики Армения оцениваются порядка 400—500 млн. тонн.

Формация вулканогенно-гидротермальных магнетит-апатитовых руд представлена Абовянским месторождением понт-кimmerийского возраста, приуроченным к вулканитам андезито-дацитов миоплиоценового экстррузивного комплекса. Околорудные метасоматические изменения представлены альбитизацией и скаполитизацией. Для руд этой формации, кроме Fe и P, характерны также Cl, F, TR в меньшей мере Ti, V, Mn, Ni, Co, Cu, Sr, Be.

Образование магнетит-апатитовых руд связано с гидротермальным процессом очага андезито-дацитов, локализовано оно в трещиноватых и раздробленных экстррузивных андезито-дацитах.

Прогнозные запасы железных руд Абовянского месторождения оцениваются в 350—400 млн. тонн, в том числе 242 млн. тонн по категориям B+C<sub>1</sub>. Перспективными в отношении железных руд являются магнитные аномалии, выявленные в пределах рудного поля, для проверки которых необходимо пробурить скважины глубиной до 500—600 м.

Метаморфогенная железорудная формация представлена магнетитовыми сланцами и кварцитами (Меградзор, Арзакан и др.), приуроченными к различным сланцам верхнепротерозойского-докембрийского комплекса основания Цахкуняцкого блока. Кварц-магнетитовое оруденение представлено линзовидными полями с вкрапленностью магнетита, хлорита, эпидота. Содержание Fe—14—25%, в массивных богатых разновидностях—до 50—58%. Перспективы метаморфогенного оруденения пока окончательно не выяснены, есть основания район развития метаморфических пород от Меградзорского месторождения до Арзакан-Бжинского рудопроявления считать интересным и заслуживающим постановки геолого-геофизических и поисково-оценочных работ.

Плутоногенно-гидротермальная гематитовая формация представлена месторождениями (Бовери-гашское, Еркат-цатерское, Айриджурское и др.) и многими рудопроявлениями [22, 30]. Руды кварц-гематитового состава образуют жилы и прожилки, мощностью до 2,3—2,6 м, иногда 3,5—4 м. Они прослеживаются на расстоянии 150—300 м по простиранию и 200—240 м на глубину.

*Марганцеворудные формации* относятся к *экзгальционно-осадочной, экзгальционнoй и гидротермальной* генетическим группам; рудо-генез марганца прослеживается начиная с верхнего мезозоя до среднего плиоцена включительно. Проявился он в глубоководных офиолитовых прогибах и мелководных бассейнах верхнего мела и на участках эоценовых поднятий. Наиболее молодые рудопроявления связаны с ареальным вулканизмом неогена [32].

Формация экзгальционно-осадочных марганцевых руд объединяет мелководные и глубоководные образования, связанные с вулканиз-

мом основного и среднего состава. Первые из них приурочены к кремнисто-вулканогенной формации офиолитовых серий, среди которой широко развиты радиоляриты, содержащие до 19% Mn, в рассеянной форме окисных и гидроокисных соединений, а также обособленные от них скопления богатых марганцевых руд. Скопления богатых руд связаны с марганценосыными эксгаляциями, а также с диагенезом и перераспределением рудного вещества в марганцевистых радиоляритах (Чах-Чах, Саринар, Сварац). Рудные тела представлены линзами и гнездами брекчиевидных и полосчатых руд, реже небольшими жилами и прожилками. Руды сложены браунитом, гаусманитом, биксбитом, родонитом, бусманитом, яacobситом, вреднебургитом, фриделитом, тулитом, манганитом, криптомеланом, родохрозитом и др.

Мелководный тип эксгаляционно-осадочных руд (Севкар-Саригюх, Калача) связан с верхнемеловыми трубболомочными вулканогенно-осадочными отложениями, чередующимися с потоками базальтовых, андезитобазальтовых лав и небольшими телами оливниновых долеритов. Руды представлены радиально-лучистыми агрегатами пиролюзита и рамсделлита.

Формация эксгаляционных марганцевых руд (Мартиросское, Барцратумбское, Цахкуняцкое) связана с поствулканической эксгаляционно-фумарольной деятельностью ареального вулканизма неогена. Оруденение представлено патечными корками, прожилками, гнездами колломорфного криптомелана и голландита [32].

Гидротермальная марганцевая формация (Кармрашен) представлена рудопроявлениями, в которых оруденение образует гнезда брекчиевидных руд, сложенных браунитом, гаусманитом, в меньшей степени криптомеланом, пиролюзитом, рансьентом, минералами группы хлоритов. Приурочены они к выходам секущих вулканогенно-осадочные толщи среднего эоцена штокообразных и дайкообразных кварцолитов.

Практический интерес могут представить формации мелководных эксгаляционно-осадочных руд (Севкар-Саригюх, Калача). В рудах этих месторождений содержание Mn достигает 50%.

*Хромитовая формация* принадлежит к собственно-магматической генетической группе (Шоржа и др.). В минеральном составе руд участвуют хромит, хромшпинелиды, магнетит, серпентин, оливин, хромгранат, хромхлорит, хромдиоксид. На эту ассоциацию, в результате гидротермальной серпентинизации, наложен парагенезис кеммерерита, магнетита, пирротина, хизлевудина, аварунта, пирита, нередко халькопирита.

Содержание  $Cr_2O_3$  в рудах варьирует в пределах от 34 до 51%,  $Al_2O_3$ —6—27%,  $Fe_2O_3$ —8—12%, FeO—8—15%, MgO до 15,9%, из примесей до 2%,  $TiO_2$  до 0,2%,  $V_2O_5$  до 1%, MnO сотые и тысячные доли процента Ni, Co, Cu, Zn.

*Формация титановых руд* (рутилоносных сланцев) представлена Арзаканским месторождением и рудопроявлениями Чкнах, Раздан и др. Это рутилоносные актинолитовые и амфибол-хлоритовые сланцы. Первые из них содержат  $TiO_2$  от 1,4 до 2,8%, вторые от 1,9 до 3,8% в среднем—2,6%. Титан представлен главным образом рутилом метаморфогенного происхождения. Извлечение Ti путем гравитационно-магнитно-электромагнитной сепарации составляет 63% и может достигнуть 80%. Получается рутиловый концентрат, в котором содержание  $TiO_2$ —91,6%. Весьма ценным продуктом являются хвосты для производства специального кирпича и облицовочных плит. В случае эксплуатации месторождения республика будет иметь безотходное многопрофильное производство.

Формация нефелиновых сиенитов представлена Тежсарским и Мегринским месторождениями обогащенных глиноземом нефелинов. Содержание  $Al_2O_3$  достигает 23—24%, TR—0,065—0,1%, Rb—0,003—0,01%, Nb—0,002—0,01%, Ga—0,003—0,005%.

## З а к л ю ч е н и е

Из всего изложенного можно заключить, что недра Армении богаты рудами многих металлических полезных ископаемых, которые могут служить надежной сырьевой базой для организации в республике производств по получению концентратов с целью извлечения Cu, Mo, Au, Ag, Pb, Zn, Fe, Al, Mn, Cr, Ti, Sb, As, Re, Se, Te, Bi, Cd, Ca, TR и др. элементов.

Из всего этого комплекса рудных формаций в настоящее время эксплуатируются только четыре месторождения: Калжаранское и Агракское медно-молибденовые, Зодское золоторудное и Капанское мелное. При этом получаемый молибденовый, медный и золотосодержащий концентраты вывозятся за пределы республики. Объявленные Верховным Советом республики независимость и экономический суверенитет, когда осуществляется переход к рыночной экономике, требуют с одной стороны на месте организовать извлечение металлов (освоенных и сопутствующих) из получаемых в республике рудных концентратов, с другой — начать разработку месторождений железорудных и полиметаллических формаций с целью получения для нужд республики железа, свинца, цинка.

Из месторождений железорудных формаций представляется целесообразным в первую очередь организовать разработку Разданского (Судагянского) и Сваранского, из полиметаллических рудных формаций — Шаумян-Халаджского и Газминского месторождений.

Исключительно важное значение имеет решение проблемы извлечения редких и рассеянных элементов из руд месторождений медно-молибденовой, полиметаллической и медноколчеданной и др. формаций, ибо это может способствовать созданию материальной базы, необходимой для получения в республике чистых металлов и различных сплавов, которые в свою очередь могут быть использованы для создания новых для республики отраслей промышленности и предприятий. Весьма важным и актуальным является решение вопроса использования хвостов, обогатительных фабрик в качестве исходного сырья для химической промышленности, производства различных строительных материалов.

Институт геологических наук  
АН Армении

Поступила 12.XI.1990

Շ. Ն. ԱՄԻՐՅԱՆ, Ա. Ի. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ, Ա. Ս. ՅԱՐԱՄԱԶՅԱՆ

ՀԱՆՔԱՅԻՆ ՖՈՐՄԱՑԻԱՆԵՐԸ ԵՎ ՄԵՏԱՂԱԶՈՒԼՈՒԹՅԱՆ ԶԱՐԿԱՅՄԱՆ  
ՀՆՈՒԱՆԿԱՐՆԵՐԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆՈՒՄ

### Ա մ փ ո փ ու մ

Հանրապետության բնաօտարածքում հայտնի բազմաթիվ հանքային ֆորմացիաներում խմբավորվող մի քանի տասնյակ հանքավայրերից այսօր միայն չորսն են շահագործվում (Քաջարան, Ագարակ, Զոդ, Կապան)։ Ստացվում են պղնձային, մոլիբդենային և ոսկու հարստանյութեր, որոնք սակայն արտահանվում են այլ երկրներ։ Մինչդեռ մեր հանրապետության բազմաթիվ դործարաններ այսօր չեն աշխատում պղնձի, երկաթի և այլ մետաղների բացակայության պատճառով։ Անկախության վերաբերյալ Հայաստանի Հանրապետության Գերագույն խորհրդի ընդունած հռչակագիրը որպես կարևորագույն հիմք նախատեսում է տնտեսական ինքնուրույնության ապա-

հովումը, որի տակ նախ և առաջ պետք է հասկանալ՝ ինքնուրույն կերպով տնօրինել հանրապետության տարածքում հայտնի բնական հարստությունները, թույլ շտալ միներալահումքային ուսուցանելի շտալում, միջոցներ ձեռք առնել հանքանյութերի խելամիտ օգտագործման համար, պալիք սերունդների համար ևս պահպանել բնօրրի հարստությունները, բնական ուսուցանելի:

Հայաստանի Հանրապետությունն ունի հզոր հումքային բազա մետաղաձուլության զարգացման, մի շարք գունավոր, լիգիրացնող, սև, հազվագյուտ և ազնիվ մետաղների ստացման համար: Մոտ ապագայում այդ զարգացումը անհրաժեշտ է իրականացնել ոչ թե մշակվող հանքավայրերի շահագործման ինտենսիվության մեծացման, այլ նոր տիպի հանքանյութեր մշակման մեջ մտցնելու ուղղությամբ, ինչը հնարավորություն կտա ստանալու հանրապետության ժողովրդական տնտեսության համար խիստ անհրաժեշտ մետաղներ, կազմակերպելու հանքանյութերի համալիր մշակում, նրանցից բոլոր գլխավոր մետաղների և խառնուրդ-տարրերի կորզում: Հարց է բարձրացվում շահագործման համար առաջարկվող հանքահումքային բազայի վրա ստեղծել, թեկուզ փոքր, լեռնային և մետաղաձուլական գործարաններ՝ հազվագյուտ, ցրված և ազնիվ տարրերի ստացման համար:

Հայաստանի Հանրապետության տնտեսական ինքնուրույնության համար շափազանց կարևոր է ստեղծել արդյունաբերական ձեռնարկությունների այնպիսի համալիրներ, որոնք հնարավորություն կտան ոչ միայն մշակելու նոր տիպի հանքանյութեր, կորզելու նոր մետաղներ, այլև դրանց բազայի վրա ստեղծելու որոշակի հատկություններով օժտված համաձուլվածքներ, արտադրելու ժամանակակից պահանջներին բավարարող սարքեր, գործիքներ:

Չափազանց կարևոր նշանակություն է տրվում հարստացուցիչ ֆաբրիկաների թափոնների օգտագործմանը, որի համար բավարար հիմքեր կան:

S. H. AMIRIAN, A. I. KARAPETIAN, G. H. PIDJIAN, A. S. FARAMAZIAN

## THE ORE FORMATIONS AND THE METALLURGY DEVELOPMENT PROSPECTS IN THE REPUBLIC ARMENIA

### Abstract

A brief characteristic of the general ore formations of Armenia, data on the ores composition as well as on the main ore elements and the most important trace elements are brought in this paper. The economical expediency of a number of ore deposits exploitation, the extraction of ferrous, non-ferrous, noble and rare metals is substantiated, on the basis of which various alloys, modern special devices and apparatus are possible to be produced.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Акоюн М. С., Мелконян Р. Л., Пароникян В. О. К вопросу генезиса Техутского медно-молибденового месторождения.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1982, №6
2. Амирян Ш. О. Золоторудные формации Армянской ССР, Ереван: Изд. АН АрмССР, 1984, 304 с.
3. Амирян Ш. О., Карапетян А. И. Минеральный состав руд Меградзорского золоторудного месторождения.—В кн.: Экспериментально-методические исследования рудных минералов. М.: Изд. Наука, 1965.

4. Амирян Ш. О., Пиджян Г. О., Фармазян А. С. Геохимические и генетические особенности руд Техутского месторождения.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987, № 5, с. 28—37.
5. Амирян Ш. О., Пиджян Г. О., Фармазян А. С. Стадии минерализации и минералы руд Техутского месторождения.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987, № 4, с. 31—44.
6. Амирян Ш. О., Фармазян А. С. Минералогия, геохимия и условия образования рудных месторождений Армянской ССР. Ереван: Изд. АН Армении, 1974. 253 с.
7. Ачикгезян С. О., Зограбян С. А., Карапетян А. И. и др. Капанский рудный район (Геологическое строение и рудоносность). Ереван: Изд. АН Армении, 1987. 200 с.
8. Геология Армении, том VI. Металлические полезные ископаемые. Ереван: Изд. АН Армении, 1967. 539 с.
9. Гулян Э. Х., Дадабян Г. А. Железорудные месторождения Армении.—Тр. Ин-та НТИ Армении. Ереван: 1963. 92 с.
10. Карамян К. А. Структура и условия образования Дастакертского медно-молибденового месторождения. Ереван: Изд. АН Армении, 1961. 203 с.
11. Карапетян А. И. Эндогенные рудные формации Памбак-Зангезурской металлогенической зоны Малого Кавказа. Ереван: Изд. АН Армении, 1982. 283 с.
12. Карапетян А. И., Амирян Ш. О. Об обнаружении теллуридов золота, серебра, висмута, свинца в рудах одного золоторудного месторождения.—Изв. АН Армении, Науки о Земле, 1964, т. 38, № 1, с. 13—17.
13. Карапетян А. И., Амирян Ш. О. Парагенезисы золота в месторождениях различных рудных формаций Армянской ССР—В кн.: Минералогия самородных элементов. Владивосток: 1980, с. 30—34.
14. Карапетян А. И., Амирян Ш. О., Мелконян Р. Л., Гююмджян О. П. Рудный узел Алаверди-Шамлуг-Ахтала (научные основы и методы прогноза рудоносности). Ереван: Изд. АН Армении, 1987. 186 с.
15. Карапетян А. И., Бояджян М. Т., Атабекян М. Х. Типы рудных столбов и расположения их в пределах одного золоторудного месторождения.—Изв. АН Армении, Науки о Земле, 1984, т. 37, № 4, с. 39—52.
16. Карапетян А. И. К вопросу выделения рудных формаций на примере эндогенных месторождений Армении.—Изв. АН Армении, Науки о Земле, № 5, 1969, с. 39—46.
17. Карапетян А. И. О полнэтапности минерализации на примере некоторых эндогенных месторождений Армении.—Изв. АН Армении, сер. Науки о Земле, 1970, № 1, с. 65—71.
18. Магакьян И. Г. Основные черты металлогении Армении.—Советская геология, 1959, № 7.
19. Магакьян И. Г. Типы рудных провинций и рудных формаций СССР. М.: Изд. Наука, 1969.
20. Магакьян И. Г., Пиджян Г. О., Фармазян Ш. О., Карапетян А. И. и др. Редкие и благородные элементы в рудных формациях Армении. Ереван: Изд. АН Армении, 1972. 393 с.
21. Межлумян Г. Б. Сваранцское железорудное месторождение. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1974. 206 с.
22. Межлумян Г. Б. Формационная классификация железорудных месторождений Армянской ССР—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, т. 39, № 2, 1986, с. 30—37.
23. Мкртчян С. С. Зангезурская рудоносная область АрмССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1958. 288 с.
24. Мовсисян С. А. Пирдоуданское медно-молибденовое месторождение. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1941. 132 с.
25. Пароникян В. О. К генезису Привольненского свинцово-цинкового месторождения.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1973, т. XXV, № 2, с. 42—51.
26. Пароникян В. О. О некоторых металлогенических характеристиках структурных зон Армянской части Малого Кавказа—Тр. Арм. геол. общества, вып. 1, Ереван, 1977, с. 128—142.
27. Пиджян Г. О. Медно-молибденовая формация Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1975. 311 с.
28. Пиджян Г. О., Карапетян А. И., Садоян А. А., Асламян П. М. Геологическое

- строение и рудоносность бассейна р. Арпа Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1982. 179 с.
29. Фармазян А. С. Каджаранское медно-молибденовое месторождение — В кн.: Минералогия, геохимия и условия образования рудных месторождений Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1974, с. 145—255.
30. Хачатрян Э. А. Железорудные месторождения Армянской ССР и перспективы их освоения. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1955. 142 с.
31. Хачатурян Э. А. Минералогия, геохимия и генезис руд колчеданной формации Армянской ССР. Ереван: Изд. АН Арм. ССР, 1977. 318 с.
32. Яшвили Л. П. Некоторые особенности различных генетических типов марганцевых руд Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987, №2, с. 38—45.

Известия АН Армении, Науки о Земле, XLV, 1992 №3, 15—23

УДК: 552.582.551.762 (449.25)

З. К. МАРУКЯН

### ПОЗДНЕЮРСКИЕ ФОРАМИНИФЕРЫ ИЗ ЕНОКАВАНСКОГО РАЗРЕЗА ИДЖЕВАНСКОГО РАЙОНА

В статье впервые на основании изучения мелких фораминифер разреза с Енокаван Иджеванского района установлен среднеоксфорд-раннекимериджский возраст вмещающих отложений.

Позднеюрские отложения в Армении приурочены главным образом к Сомхето-Карабахской тектонической зоне, где они окаймляют крупные антиклинорные сооружения и частично заполняют синклинорные структуры. Представлены они как морскими осадочными, так и вулканогенно-осадочными и вулканогенными образованиями.

Стратиграфическое подразделение указанных отложений проведено в основном по моллюсковой фауне, в частности, головоногим моллюскам [1, 2]. Однако, наряду с моллюсками в отложениях рассматриваемого возраста встречаются мелкие фораминиферы, имеющие важное значение для определения относительного возраста вмещающих пород, которые до сих пор остались почти неизученными и неописанными.

В данной статье приводятся результаты микропалеонтологического исследования верхнеюрских отложений Енокаванского разреза, входящих в состав Иджеванского синклинория Сомхето-Карабахской тектонической зоны.

Разрез, расположенный в 2 км к северо-востоку от селения Енокаван, представлен вулканогенно-осадочными породами — известняками, песчаниками, грубо рассланцованными известняками светло-серого цвета, которые перемежаются с вулканогенными разностями, общей мощностью 100 м. Залегают они трансгрессивно на более древних отложениях юры и трансгрессивно, с большим перерывом, перекрываются меловыми породами. Из указанного разреза нами собрано 110 образцов, из которых изготовлено 25 прозрачных шлифов.

В них обнаружена довольно богатая и разнообразная микрофауна, представленная преимущественно агглютированными формами. Среди них нами определены: *Lenticulina ex gr. varians* (Borneman) (юра); *Globuligerina ex gr. oxfordiana* (Grigelis) (нижн.—оксфорд); *Haplophragmoides infracallovienensis* Dain (сред.-оксфорд—нижн.—ким.); *Ciuttulina aff. tatarriensis* Mjatluk (бат—средн. келловей); *Alveosepta jaccardi* (Schardt) (средн. оксфорд—ниж. кимеридж); *Alveosepta cf.*

- строение и рудоносность бассейна р. Арпа Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1982. 179 с.
29. Фармазян А. С. Каджаранское медно-молибденовое месторождение — В кн.: Минералогия, геохимия и условия образования рудных месторождений Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1974, с. 145—255.
30. Хачатрян Э. А. Железорудные месторождения Армянской ССР и перспективы их освоения. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1955. 142 с.
31. Хачатурян Э. А. Минералогия, геохимия и генезис руд колчеданной формации Армянской ССР. Ереван: Изд. АН Арм. ССР, 1977. 318 с.
32. Яшвили Л. П. Некоторые особенности различных генетических типов марганцевых руд Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987, №2, с. 38—45.

Известия АН Армении, Науки о Земле, XLV, 1992 №3, 15—23

УДК: 552.582.551.762 (449.25)

З. К. МАРУКЯН

## ПОЗДНЕЮРСКИЕ ФОРАМИНИФЕРЫ ИЗ ЕНОКАВАНСКОГО РАЗРЕЗА ИДЖЕВАНСКОГО РАЙОНА

В статье впервые на основании изучения мелких фораминифер разреза с Енокаван Иджеванского района установлен среднеоксфорд-раннекимериджский возраст вмещающих отложений.

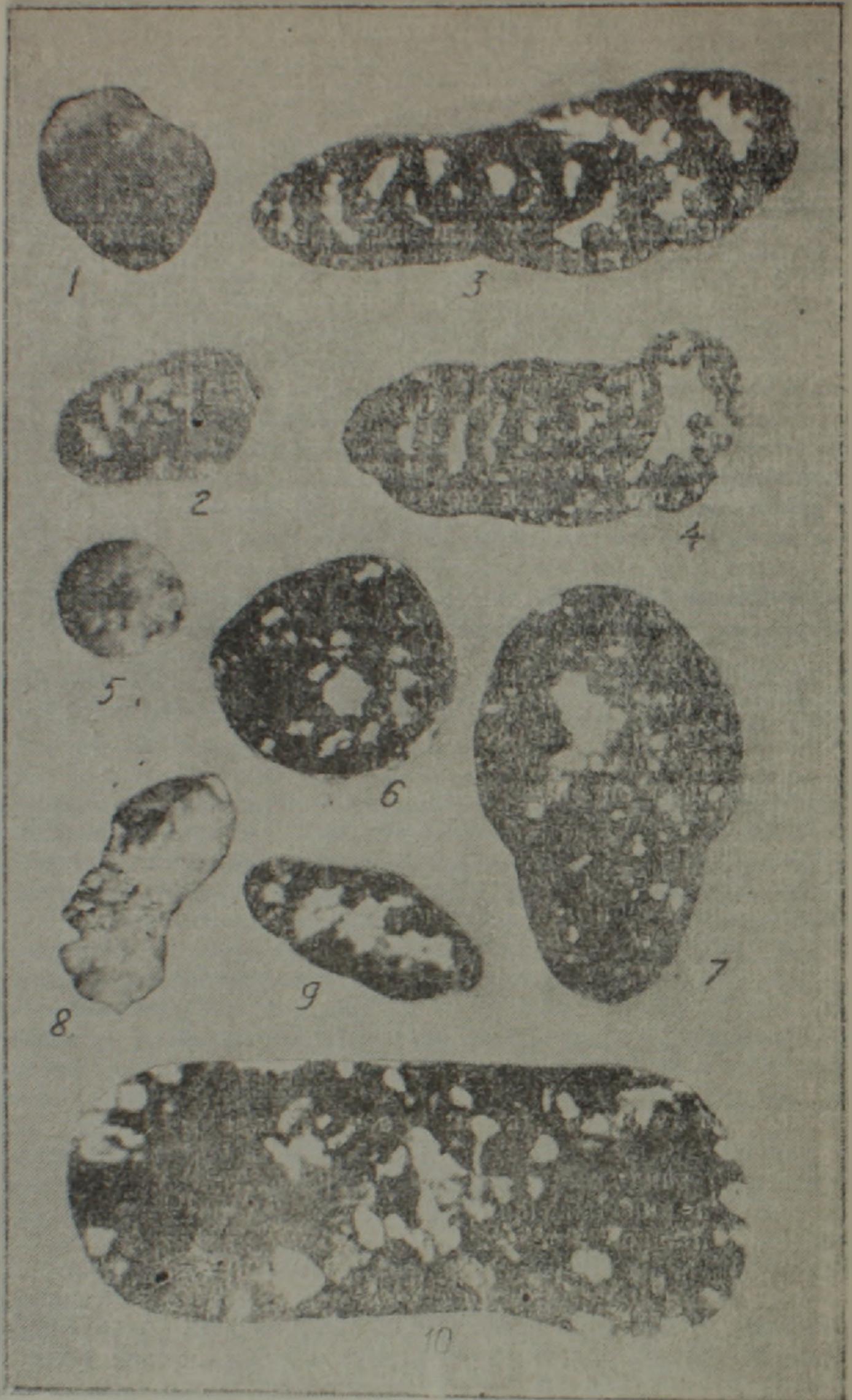
Позднеюрские отложения в Армении приурочены главным образом к Сомхето-Карабахской тектонической зоне, где они окаймляют крупные антиклинорные сооружения и частично заполняют синклиновые структуры. Представлены они как морскими осадочными, так и вулканогенно-осадочными и вулканогенными образованиями.

Стратиграфическое подразделение указанных отложений проведено в основном по моллюсковой фауне, в частности, головоногим моллюскам [1, 2]. Однако, наряду с моллюсками в отложениях рассматриваемого возраста встречаются мелкие фораминиферы, имеющие важное значение для определения относительного возраста вмещающих пород, которые до сих пор остались почти неизученными и неописанными.

В данной статье приводятся результаты микропалеонтологического исследования верхнеюрских отложений Енокаванского разреза, входящих в состав Иджеванского синклиниория Сомхето-Карабахской тектонической зоны.

Разрез, расположенный в 2 км к северо-востоку от селения Енокаван, представлен вулканогенно-осадочными породами — известняками, песчаниками, грубо рассланцованными известняками светло-серого цвета, которые перемежаются с вулканогенными разностями, общей мощностью 100 м. Залегают они трансгрессивно на более древних отложениях юры и трансгрессивно, с большим перерывом, перекрываются меловыми породами. Из указанного разреза нами собрано 110 образцов, из которых изготовлено 25 прозрачных шлифов.

В них обнаружена довольно богатая и разнообразная микрофауна, представленная преимущественно агглютированными формами. Среди них нами определены: *Lenticulina ex gr. varians* (Borneman) (юра); *Globuligerina ex gr. oxfordiana* (Grigelis) (нижн.—оксфорд); *Haplophragmoides infracallovienensis* Dain (сред.-оксфорд—нижн.—ким.); *Cittulina aff. tatarriensis* Mjatluk (бат—средн. келловей); *Alveosepta jaccardi* (Schardt) (средн. оксфорд—нижн. кимеридж); *Alveosepta cf.*



Фиг. 1—4. *Alveosepta jaccardi* (Schrodt).

1. оригинал—обр. № 48—вид с брюшной стороны; 2. оригинал—сбр. № 47<sup>a</sup>—продольное сечение (шлиф); 3. оригинал—обр. № 45<sup>1</sup>—поперечное сечение (шлиф); 4. оригинал—обр. № 42<sup>2</sup>—поперечное сечение (шлиф).

Фиг. 5—7 *Pseudocyclamina lituus* (Yokoyama)

5. оригинал—обр. № 48—вид раковины с брюшной стороны; 6. оригинал—обр. № 16—продольное сечение (шлиф); 7. оригинал—обр. № 45<sup>3</sup>—поперечное сечение (шлиф)

Фиг. 8—10 *Haplophragmium coprolithiformis sequanum*.

8 оригинал—обр. № 45—вид с боковой стороны; 9. оригинал—обр. № 45<sup>4</sup>—предельное сечение (шлиф); 10. оригинал—обр. № 48—поперечное сечение (шлиф).

Иджеванский район, восточнее с. Епокаван, средний оксфорд-нижний кимеридж.

*Jaccardi* (Schordt); *Pseudocyclamina* cf. *lituus* (Yokoyama) (сред. оксфорд—нижн. кимеридж); *P. lituus* (Yokoyama); *Haplophragmium* cf. *coprolithiformis sequanum* (Mohler); *Mesoendothyra* cf. *izjuntiana* Dain; *Lituolidae*; *Ceratolamarkina* ? sp. (келловей--нижн. кимеридж); *Lenticulina* sp.; *Hyperammia* (?) sp.; *Reinholdella* sp.; *Haplophragmoides* sp.; *Feurtillia* (?) sp.

Анализ вертикального распространения наиболее характерных родов и видов мелких фораминифер указанного комплекса дает нам основание отложения Епокаванского разреза отнести полностью к среднему оксфорду—нижнему кимериджу.

Эти формы имеют большое сходство с одновозрастной микрофауной Средиземноморской области, в частности, верхнеюрских отложениях Грузии, распространенных по всему южному склону Большого Кавказа, и особенно в бассейне верхнего течения р. Риони [6, 7]

На территории бывшего СССР агглютинированная верхнеюрская микрофауна встречается также на Мангышлаке, в Поволжье, в Днепропетровско-Донецкой впадине, в западных районах Украины и др. местах.

Ниже приводится описание наиболее характерных видов мелких фораминифер верхнеюрского возраста, принадлежащих отрядам *Ammodiscida* и *Miliolidae*.

## ОТРЯД АММОДИСЦИДА

Семейство *Lituolidae* Blainville, 1825

Подсемейство *Cyclaminae* Marie, 1941

Род *Alveosepta* Hottinger, 1967

*ALVEOSEPTA* JACCARDI (SCHRODT, 1984)

Табл. 1 фиг. 1—4

*Pseudocyclamina jaccardi* Yabe, Hanzawa, 1926, стр. 9—11, табл. 2 фиг. 1,2; Маупс, 1953, стр. 9—16, табл. 1,2; он же, 1960, стр. 107 табл. 1, фиг. 1—11; табл. 2, фиг. 1—23; Бейнер, 1966, табл. 6, фиг. 1 а,б. Мамонтов, 1972, стр. 68, табл. 1, фиг. 1—7.

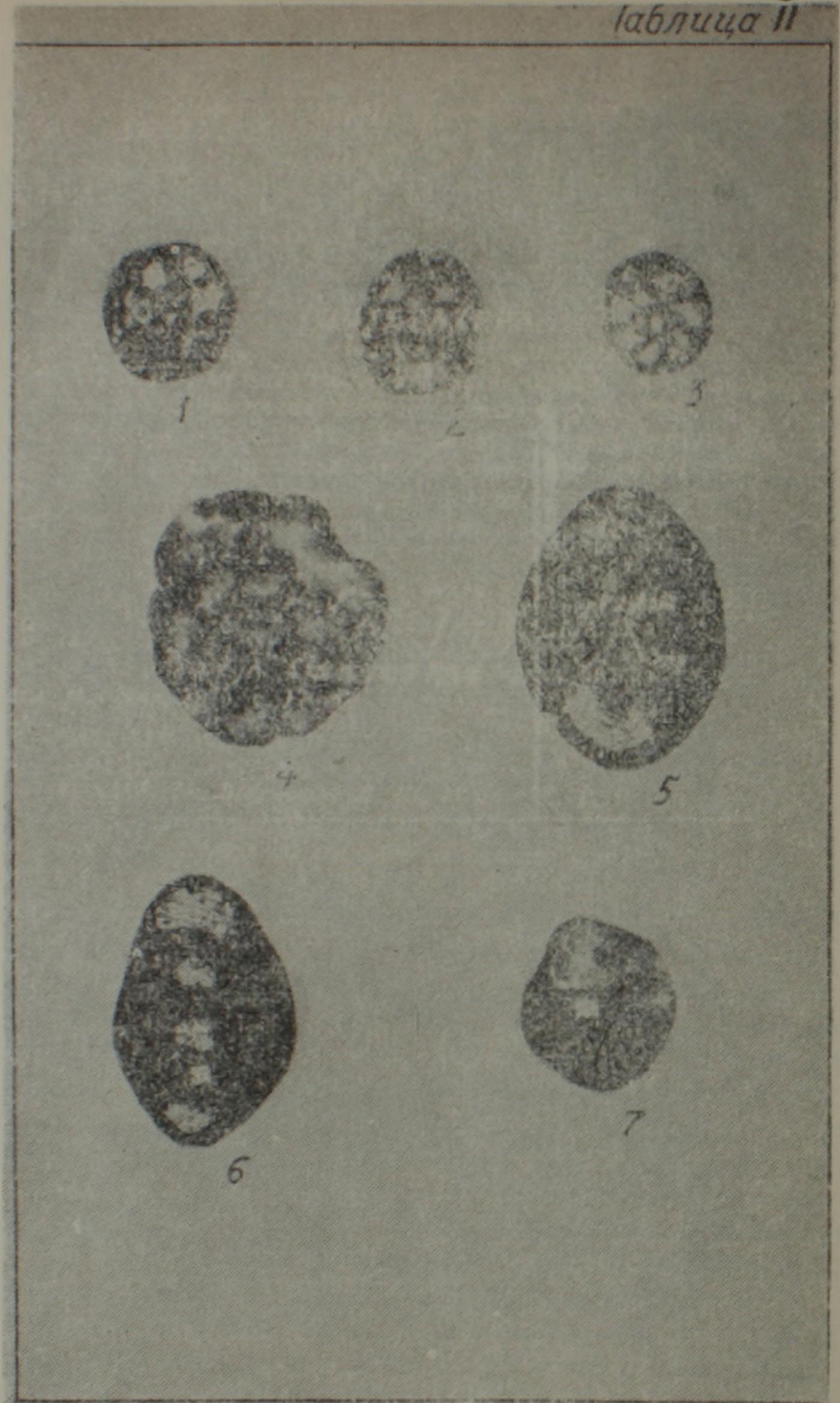
*Pseudocyclamina personata*: Tobler, 1928, стр. 213, табл. 24, фиг. 1—3; Mohler 1938, стр. 16, табл. 1, фиг. 1,2; Маупс, 1952, табл. 12, фиг. 3,4. *Pseudocyclamina sequana* (Meriam) var. *minor*: Mohler, 1938, стр. 16 рис 2,5, табл. 1, фиг. 5,6, табл. 2, фиг. 1—5, Bielecki, 1951, стр. 73, таб. 3, фиг. 9.

*Pseudocyclamina sequana* (Meriam) var. *major*: Mohler, 1938, стр. 16, табл. 1, фиг. 3,4; *Pseudocyclamina ukrainica*: Дайн, 1958, стр. 21, табл. 4, фиг. 10,11; *A. jaccardi*, Hot 1967, стр. 79 таб. 15, фиг. 9—18, табл. 16, фиг. 1—9; Ramalho, 1969, стр. 47; Hottinger 1970, стр. 7, табл. 1, фиг. 22,23; Ramalho, 1971, стр. 147, табл. 11, фиг. 1, табл. 15, фиг. 23, *Alveosepta personata*: Hottinger, 1967, стр. 80, табл. 15, фиг. 1—8, табл. 16, фиг. 10—19; он же, 1970, стр. 7, табл. 1, фиг. 24,25.

Оригинал хранится в лаборатории палеонтологии и стратиграфии ИГН АН Армении за №№ 45, 45<sup>1,2</sup>, 48, 47<sup>a</sup>.

Материал—30 раковин и около 40 сечений прозрачных шлифов пород.

Описание—Раковина округлая и маленькая, спирально-плоскостная, инволютная. Спиральный шов имеет 2—6 оборотов, камеры от 7 до 12. В последнем обороте 7 камер. На поверхности пупочное пространство в большинстве кольцеобразное, меньшего углубленное. Се-



Фиг. 1—3 *Mesoendothyra cf. izjumlana* Dain, 1958.

1. оригинал—обр. № 45<sup>1</sup>—продольное сечение (шлиф); 2. оригинал—обр. № 48—поперечное сечение (шлиф); 3. оригинал—обр. № 16—поперечное сечение (шлиф).

Фиг. 4—6. *Nautilliculina cf. colthica* Mohler.

4. оригинал—обр. № 6—продольное сечение (шлиф); 5. оригинал—обр. № 53—поперечное сечение (шлиф); 6. оригинал—обр. № 53<sup>1</sup>—поперечное сечение (шлиф).  
7. оригинал—сбр. № 30 *Harlophragmoides sp.*

талльные швы почти незаметные. Количество каналов в септах от 5 до 8. Диаметр раковины варьирует от 0,45 до 2,600 мм., толщина раковины варьирует от 2,46 до 3,46 мм.

Соотношение диаметра к толщине варьирует от 2,10 до 3,46. Септы и камеры серповидно—изогнутые, последующая камера объемлет предыдущую. Стенки мелкозернистые, известковистые. Внутренний слой сложен каналами (5—9), перпендикулярными к поверхности раковин. Устье на септальной поверхности почти незаметно. Имеются микро- и макросферические особи.

Размеры—мм.

Экз. №	Диаметр раковины (Др)	Толщина (Тр)	Д/Т	Кол-во оборотов (О)	Кол-во камер (К)	Кол-во каналов
Оригинал	0,460	—	—	—	—	6—7
— № 47 <sup>а</sup>	0,690	—	—	2,0	12 7	6—7
— № 45 <sup>1</sup>	2,600	0,750	3,46 <sup>7</sup>	6,5	—	8—9
— № 45 <sup>2</sup>	1,450	0,690	2,10	6	—	5—6

*Сравнение*—описываемый вид отличается от грузинских видов большими размерами. Наибольший диаметр самых больших форм *A. jascagali* —0,965, а у армянских видов достигает 2,6. У армянских особей количество оборотов спирали достигает 6,5, а у грузинских—до 3. По количеству камер и каналов в септах преобладают грузинские формы.

*Местонахождение*—Республика Армения, Иджеванский район, к востоку от села Енокаван по шоссе на дороге, средний оксфорд-нижний кимеридж.

*Распространение*—верхний оксфорд-нижний кимеридж: Марокко, Португалия, Франция, Грузия. Нижний кимеридж: Испания, Молдавия. Саудовская Аравия.

## РОД *PSEUDOCYCLAMMINA* YABE ET HANZAWA, 1926

### *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama, 1890)

Таблица 1, фиг. 5—7

*Cyclammina lituus*: Yokoyama, 1890, стр. 26, табл. 5, фиг. 7 (п. v).

*Pseudocyclammina lituus*: Yabe, Hanzawa, 1926, стр. 9, табл. 2, фиг. 3—7; Maunc, 1952, стр. 48, табл. 12, фиг. 1, 2; Maunc, 1959, стр. 21—27, табл. 1, фиг. 11; он же, 1959, стр. 153—172, табл. 1, фиг. 1—5, табл. 2, фиг. 1—6, табл. 3, фиг. 1—11, табл. 4, фиг. 1—9, табл. 5, фиг. 1—10, табл. 146, фиг. 1—7, 13—15;

Беннер, 1966, стр. 57, рис. 29, а, в, табл. 10, фиг. 11—13;

Тодриа, 1977, стр. 28, табл. IV, фиг. 13—18, табл. 5, фиг. 1—10, табл. VI, фиг. 1—5;

Ramalho, 1969, стр. 43; Hottinger, 1970, стр. 6, табл. 1, фиг. 21;

Ramalho, 1971, стр. 146, табл. 14, фиг. 5, 6;

*Pseudocyclammina bukowiensis*: Cushman, Clazewski, 1949, стр. 5, табл. 2, фиг. 1, 2; *Pseudocyclammina rogalai* Cushman, Clazewski, 1949, стр. 5, табл. 2, фиг. 3, 4.

*Оригинал* хранится в лаборатории палеонтологии и стратиграфии ИГН АН Армении за №№ 55, 16, 45<sup>3</sup>.

*Материал*—около 20 штук: 1) 6 штук прозрачных сечений в шлифах пород; 2) из слоев известковых и слабо песчанистого известняка.

*Описание*—Раковина округлая, ниволютная, спирально-плоскостная, утолщенная с обеих сторон. Пупочная часть слегка углубленная. Диаметр в толщину варьирует до 1,60. Количество оборотов—1,5, коли-

чество камер—8, в последнем обороте—6 камер. Камеры треугольные. Септы пронизаны каналами. Устье незаметно или слегка заметно.

Размеры (мм)

Экз №	Большой Др	Маленький Др	Тр	БГ	Кол-во О	Кол-во К	
						Р	ПО
Оригинал № 55	0.315	0.285	—	—	—	—	—
Ориг. № 16	0.540	0.500	—	—	1.5	8	6
Ориг. № 45	0.850	—	1.150	1.150	1.5	—	—

*Изменчивость*: наблюдается изменение в размерах и формах-встречаются формы с округлым и овальным очертаниями.

*Сравнение*: Сравнивая *Ps. lituus* с родственным видом *Alveosepta jaccardi*, отметим, что *Ps. lituus* довольно толще, отличается также очертанием камер.

*Местонахождение*: Республика Армения, Иджеванский район, восточнее села Енокаван—средний оксфорд, нижний кимеридж.

*Распространение*—нижний кимеридж: Грузия; кимеридж: Испания, Ливия, Япония; кимеридж-валанджии: Франция, Югославия, Турция.

## ПОДСЕМЕЙСТВО *Lituolinae de Blainville, 1825*

### РОД *Haplophragmium Reuss, 1860*

#### *Haplophragmium coprolithiformis sequanum (Mohler, 1938)*

Табл. 1 фиг. 8—10

*Amnobauculites coprolithiformis (Schwager) var. sequana: Mohler, 1938, стр. 11, рис. 8, табл. 3, фиг. 1—2,*

*Bielecka, Pozaryski, 1954, табл. 3, фиг. 7;*

*Haplophragmium coprolithiformis sequanum Seibold E. und. 1, 1960, стр. 327, рис. 3, 4, табл. 3ф—11.*

*Оригинал* хранится в лаборатории палеонтологии и стратиграфии ИГН АН Армении за №№ 39 (целая раковина), 45, 48—прозрачные шлифы.

*Материал*—30 раковин достаточной сохранности

*Описание*—раковина удлиненная с начальным завитым и последующим прямым однорядным расположением камер. Количество камер от 3 до 4, длина раковин варьирует от 0,780 до 3,000 мм, ширина варьирует от 0,475 до 1,080. Состоит из крупных, выпуклых и овальных камер, плотно примыкающих друг к другу. Отношение длины к ширине варьирует в пределах 2,77—2,30. Последняя камера по величине превосходит остальные. Устье находится в последней камере. Заканчивается раковина округлым устьевым концом. Стенка раковины шероховатая, крупнозернистая, пронизана каналами.

Размеры (мм)

Экз. №	Дл. г.	Шр	Дл. ш	Кол-во К однород отд
Оригинал № 45	0.770	—	—	—
Оригинал № 45 <sup>1</sup>	1.125	2.36	2.36	4
Оригинал № 48	3.000	2.77	2.77	3

*Сравнение*—сравнивая с украинскими формами, замечаем отличие *H. coprolithiformis sequanum (Moh)* меньшим числом раковин (3—4 против 4—6).

*Местонахождение*—с. Енокаван Иджеванского района Армении, средний оксфорд—нижний кимеридж.

*Распространение*—верхний оксфорд: Северная Швейцария; верхний оксфорд-нижний кимеридж: Северо-Запад ФРГ, Польша, Грузия.

РОД — *Mesoendothyra* Dain, 1958

*Mesoendothira* cf. *izjumlana* Dain, 1953

табл. 11, фиг. 1—3

*Mesoendothira izjumlana*: Dain, 1958, стр. 20, табл. 4, фиг. 7—9, Дуб, 1972, стр. 20, табл. 3, фиг. 3; табл. 10, фиг. 2,3; Тодриа, 1977, стр. 26, табл. 4, фиг. 11,12.

*Оригинал* хранится в лаборатории палеонтологии и стратиграфии ИГН АН Армении за №№ 45<sup>5</sup>, 48<sup>1</sup>, 16<sup>1</sup> (прозрачные шлифы).

*Материал*—6 продольных и поперечных сечений в шлифах пород.

*Описание*—раковина маленькая, плектогирионидная, инволютная, округлая. Боковые стороны закругленные. Последний оборот значительно выступает, окаймляя пупочную область. Имеет 1,5 спиральных оборотов, состоит из 8—10 камер. В последнем обороте 5—7 камер. Начальная камера крупная. Широкие септы перпендикулярны к внешней стороне спирального шва оборота, оставляют широкий проход между камерами.

Размеры (мм)

Экз. №	БД	МД	Т стенки	Т септ	Дпк	Кол-во О	Кол-во К	
							Р	ПО
Оригинал 45 <sup>5</sup>	0,510	0,450	0,045	0,040	0,140	1,5	7	5
— 48 <sup>1</sup>	0,570	0,420	0,050	0,060	0,075	1,5	8	6
— 16 <sup>1</sup>	0,460	0,425	0,050	0,055	0,080	1,5	10	7

*Сравнение*—наши экземпляры по сравнению с украинскими характеризуются меньшим количеством оборотов и камер.

*Местонахождение*—Армения, Иджеванский район, с. Енокаван, около шоссеной дороги, средний оксфорд-кимеридж.

*Распространение*—верхний оксфорд: Грузия; средний оксфорд: нижний кимеридж: Армения.

ОТРЯД MILIOLIDA

Семейство *Fischennidae* Millet, 1898

Подсемейство *Fischennidae* Millet, 1899

РОД *Nautiloculina* cf. *oolithica* Mohler

Табл. II, фиг. 4—6

*Оригинал* хранится в лаборатории палеонтологии и стратиграфии ИГН АН Армении за №№ 6, 53, 53<sup>1</sup>.

*Материал*—20 штук раковин удовлетворительной сохранности.

*Описание*—раковина спирально-плоскостная, округлая. Имеет от 2 до 2,5 оборотов спирали. Начальная камера маленькая, округлая. Камеры постепенно вырастают до конца оборота. Камеры, кроме первой, имеют четырехугольное очертание. В последнем обороте 8 камер. Септы радиальные, не достигают стенки предыдущего оборота. Устье, по всей вероятности, находится в основании септальной поверхности последней камеры.

Размеры (м.м)

Экз. №	БД	МД	ШР	Кол-во О	Кол-во К		О НК
					Р	ПО	
Ориг. № 6	0.330	0.300	—	2.5	17	8	0.050
Сриг. № 53	0.390	—	0.220	2.0	—	—	0.040
Ориг. № 53 <sup>1</sup>	0.360	—	0.240	2.5	—	—	0.035

*Сравнение*—армянские экземпляры отличаются от грузинских числом камер и оборотов, которых у грузинских больше.

*Местонахождение*—с. Енокаван Иджеванского района Армении, средний оксфорд-кимеридж.

*Распространение*—Нижний оксфорд: Днепропетровско-Прутское междуречье; верхний оксфорд: Грузия.

Институт геологических наук  
АН Армении

Поступила 28.IV.1990.

Չ. Կ. ՄԱՐՈՒԿՅԱՆ

ԻՋԵՎԱՆԻ ՇՐՋԱՆԻ ԵՆՈԿԱՎԱՆԻ ԿՏՐՎԱԾՔԻ ՈՒՇ ՅՈՒՐԱՅԻ  
ՖՈՐԱՄԻՆԻՖԵՐՆԵՐԸ

Ա մ փ օ փ Թ ւ մ

Այս Կտրվածքը մտնում է Վիրահայոց-Ղարաբաղի տեկտոնական, հրաբխածին-նստվածքային զոնայի մեջ: Կտրվածքը գտնվում է ենոքավան գյուղից 2 կմ հյուսիս-արևելք և կազմված է կրաքարերից, բաց մոխրագույն ավազաքարերից, բաց մոխրագույն կոպիտ շերտավոր կրաքարերից, որոնք հերթափոխում են հրաբխային ապարներով: Ընդհանուր հզորությամբ 100 մ է: Նկարագրված են նշված նստվածքների մեջ հանդիպող ֆորամինիֆերների 5 տեսակներ՝ երկու կարգերից: Այս համալիրի ուղղահայաց տարածման վերլուծությունը հնարավորություն է տալիս ենոքավանի կտրվածքի ապարներին տալ միջին օքսֆորդ—վաղ բիմերիջի հասակ:

Հոդվածում նկարագրված ձևերը ազլուտինացված են, դրանք մեծ տարածում ունեն և քիչ ուսումնասիրված ձևեր են: Դրանք կարևոր նշանակություն ունեն ներփակող նստվածքների շերտազրական ուսումնասիրության համար:

Z. K. MARUKIAN

THE IDJEVAN REGION YENOKAVAN SECTION LATE JURASSIC  
FORAMINIFERA

A b s t r a c t

For the first time on the basis of the Idjevan region Yenokavan section small Foraminifera investigation the Middle Oxfordian—Early Kimmeridgian age of englosing sediments is established.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Асланян А. Т. Региональная геология Армении. Ереван: Айпетрат, 1958.
2. Азарян Н. Р. Стратиграфические подразделения триаса и юры Армянской ССР и Нахичеванской АССР. Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, 1981. XXXIV. № 1.
3. Дилуб В. Г. Фораминиферы верхнеюрских и нижнемеловых отложений Волыно-Подольской окраины Русской платформы и Предкарпатского прогиба—Тр. Укр. ИИГРИ, вып. 27, М.: Недра, 1972.
4. Калтаренко-Черноусова О. К., Голяк Л. М. Атлас характерных фораминифер юры, мела и палеогена платформенной части Украины—Тр. ИГиН АН УССР, сер. стратигр. палеонтолог, вып. 45, Киев: Изд-во АН УССР, 1963.
5. Пяткова Д. М., Пермякова М. Н. Фораминиферы и остракоды юры Украины. палеонтологический справочник, Киев: Наукова думка, 1978.
6. Тодриа В. А. Позднеюрские фораминиферы Рачи и Юга Осетии. Журнал Палеонтология и стратиграфия мезозойских отложений Грузии», сб. 3, АН Груз. ССР. Тр. Геол. инст., Новая серия, вып. 58, 1977.
7. Тодриа В. А. Некоторые позднеюрские фораминиферы Грузии, Журнал «Стратиграфия и палеонтология мезозойских отложений Грузии», сб. № 4 Труды Геологического института АН ГССР, Новая серия, вып. 63, 1979.
8. Hottinger L. Foraminiferes Imperfores du Mesozoique marocain. Notes et Mem. geol. Maroc. (Rabat), 209, 1967.
9. Hottinger L. Larger Foraminifera of the Mediterranean Jurassic and their stratigraphic Use \*Magy allamt foldt. Intes evk 54, n. 2, Budapest, 1970.
10. Leoblich A., Tappan H. Treatise on Invertebrate Paleontology, p. C. Protista 2 Sarcodina, chiefly Thecamoebians, and Foraminiferida, vol. 1,2. geol. Soc. America and University Kansas Press, 1964.
11. Maync W., Bloc caracteres et analyse morphometrique des especes Jurassiques du genre Pseudocyclammina (Foraminiferes), I Pseudocyclammina lituus (YOK) Micro-paleon, vol. 2, n. 3. Paris, 1959.
12. Maync W. Bloc caracteres et analyse morphometrique des especes Jurassiques du genre Pseudocyclammina. II Pseudocyclammina jaccardi (Schrodt). Rev. Micropaleontol, vol. 3 n. 2, Paris, 1960.
13. Redmond C. D., Lituolid foraminifera from the Jurassic and Cretaceous of Saudi Arabia. Micropaleontology, vol. 10 n. 4. New—York, 1964.

Известия АН Армении, Науки о Земле, XLV, 1992, № 3, 23—34.

УДК: 551.73/76

Г. А. ХАНЗАТЯН

### О ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕРМО-ТРИАСА РАЗРЕЗА ДАРАШАМ-2 (НАХАР) И ВОЗРАСТЕ СИЛЛОВ И ШТОКА БАЗАЛЬТОНДОВ

Литологические исследования отложений верхней перми-нижнего триаса разреза Дарашам-2 показали направленное изменение фациальных и геодинамических условий осадконакопления. Исследуемые отложения прорваны силлами базальтов, которые имеют среднетриасовый возраст (К—Аг метод), трахиандезитами и штоком керсутитового субщелочного базальта раннемелового возраста. Первые относятся к траппам древних платформ, а вторые—к базальтам молодых платформ внутриплитовых обстановок. Нахождение базальтов и трахиандезитов разных возрастных групп объясняется унаследованным развитием зон внутриплитного рифтогенеза в мезозое.

Пермо-триасовые отложения разреза Дарашам-2 слагают СВ крыло Джульфинского антиклинория по левому берегу р. Аракс, вбли-

## ЛИТЕРАТУРА

1. Асланян А. Т. Региональная геология Армении. Ереван: Айпетрат, 1958.
2. Азарян Н. Р. Стратиграфические подразделения триаса и юры Армянской ССР и Нахичеванской АССР. Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, 1981. XXXIV. № 1.
3. Дилуб В. Г. Фораминиферы верхнеюрских и нижнемеловых отложений Волыно-Подольской окраины Русской платформы и Предкарпатского прогиба—Тр. Укр. ИИГРИ, вып. 27, М.: Недра, 1972.
4. Калтаренко-Черноусова О. К., Голяк Л. М. Атлас характерных фораминифер юры, мела и палеогена платформенной части Украины—Тр. ИГН АН УССР, сер. стратигр. палеонтолог, вып. 45, Киев: Изд-во АН УССР, 1963.
5. Пяткова Д. М., Пермякова М. Н. Фораминиферы и остракоды юры Украины. палеонтологический справочник, Киев: Наукова думка, 1978.
6. Тодриа В. А. Позднеюрские фораминиферы Рачи и Юга Осетии. Журнал Палеонтология и стратиграфия мезозойских отложений Грузии», сб. 3, АН Груз. ССР. Тр. Геол. инст., Новая серия, вып. 58, 1977.
7. Тодриа В. А. Некоторые позднеюрские фораминиферы Грузии, Журнал «Стратиграфия и палеонтология мезозойских отложений Грузии», сб. № 4 Труды Геологического института АН ГССР, Новая серия, вып. 63, 1979.
8. Hottinger L. Foraminiferes Imperfores du Mesozoique marocain. Notes et Mem. geol. Maroc. (Rabat), 209, 1967.
9. Hottinger L. Larger Foraminifera of the Mediterranean Jurassic and their stratigraphic Use \*Magy allamt foldt. Intes evk 54, n. 2, Budapest, 1970.
10. Leoblich A., Tappan H. Treatise on Invertebrate Paleontology, p. C. Protista 2 Sarcodina, chiefly Thecamoebians, and Foraminiferida, vol. 1,2. geol. Soc. America and University Kansas Press, 1964.
11. Maync W., Biocaracteres et analyse morphometrique des especes Jurassiques du genre Pseudocyclammina (Foraminiferes), I Pseudocyclammina lituus (YOK) Micro-paleon, vol. 2, n. 3. Paris, 1959.
12. Maync W. Biocaracteres et analyse morphometrique des especes Jurassiques du genre Pseudocyclammina. II Pseudocyclammina jaccardi (Schrodt). Rev. Micropaleontol, vol. 3 n. 2, Paris, 1960.
13. Redmond C. D., Lituolid foraminifera from the Jurassic and Cretaceous of Saudi Arabia. Micropaleontology, vol. 10 n. 4. New-York, 1964.

Известия АН Армении, Науки о Земле, XLV, 1992, № 3, 23—34.

УДК: 551.73/76

Г. А. ХАНЗАТЯН

### О ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕРМО-ТРИАСА РАЗРЕЗА ДАРАШАМ-2 (НАХАР) И ВОЗРАСТЕ СИЛЛОВ И ШТОКА БАЗАЛЬТОНДОВ

Литологические исследования отложений верхней перми-нижнего триаса разреза Дарашам-2 показали направленное изменение фациальных и геодинамических условий осадконакопления. Исследуемые отложения прорваны силлами базальтов, которые имеют среднетриасовый возраст (К-Аг метод), трахиандезитами и штоком керсутитового субщелочного базальта раннемелового возраста. Первые относятся к траппам древних платформ, а вторые--к базальтам молодых платформ внутриплитовых обстановок. Нахождение базальтов и трахиандезитов разных возрастных групп объясняется унаследованным развитием зон внутриплитного рифтогенеза в мезозое.

Пермо-триасовые отложения разреза Дарашам-2 слагают СВ крыло Джульфинского антиклинория по левому берегу р. Аракс, вблизи

зи одноименного ж/д разъезда у с. Джуга (Южно-Армянская зона, Нахичеванская подзона). Разрез является стратотипическим для пограничных пермо-триасовых отложений Закавказья. Отложения пермо-триаса представлены крутопадающими слоями преимущественно известняков, реже их глинисто-битуминозных и мергелистых разновидностей, в которые внедрены силльвые залежи и шток базальтоидов (рис. 1). Возраст складчатости палеозой-триасовых отложений определяется как домеловой, возможно нижнеюрский [1]. Литологическими исследованиями охарактеризованы отложения верхней части мидийского яруса, джувльфинско-дарахамские-поздней перми и индского-раннего триаса. Приведем их краткую характеристику.

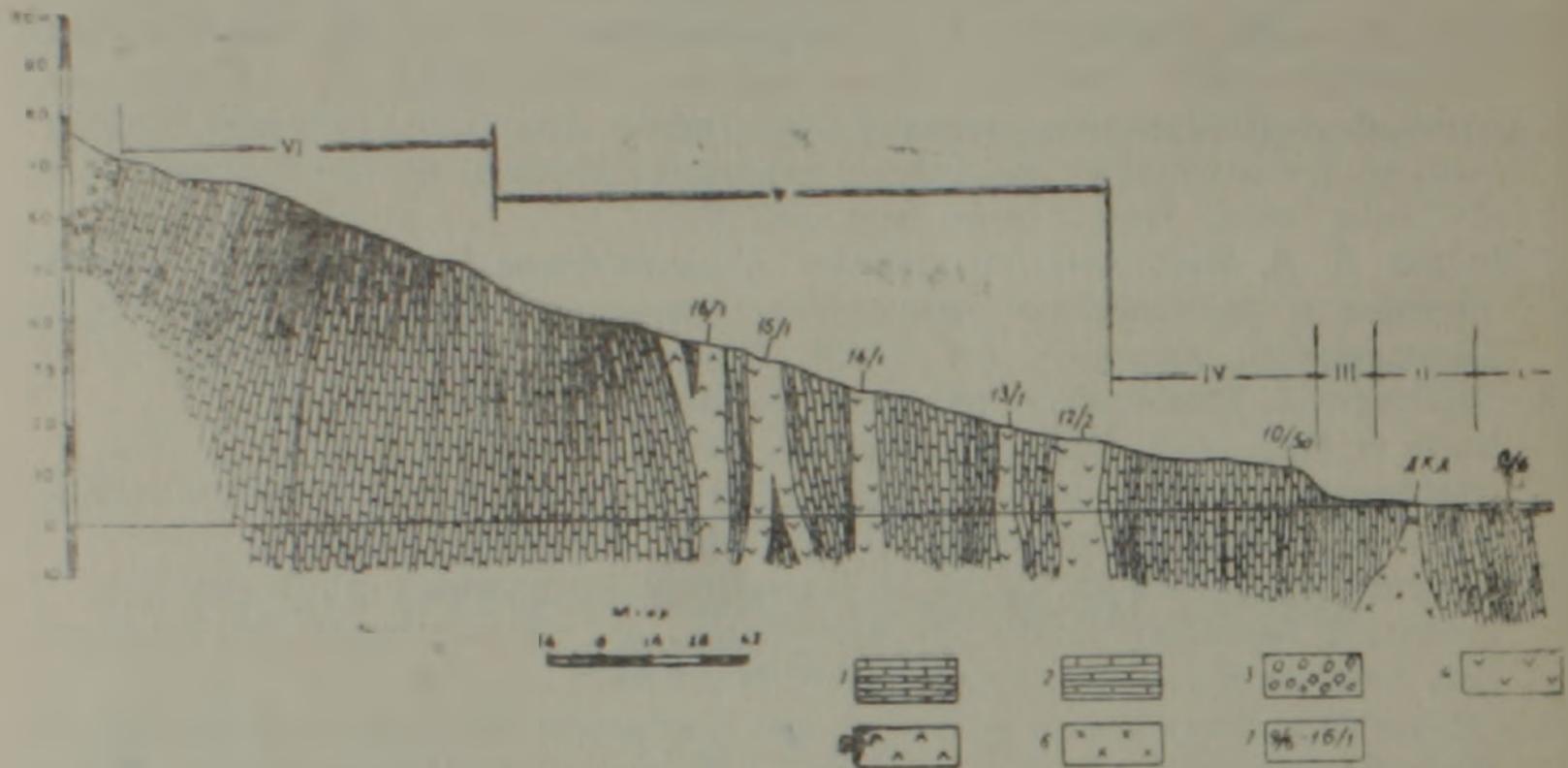


Рис. 1. 1. Известняки. 2. Переслаивание известняков и глинистых разновидностей. 3. Конгломераты базальные, палеогена. 4. Базальты. 5. Трахиандезиты. 6. Базальты керситовые субщелочные. 7. Место взятия образцов и их номера. I, II, III—отложения верхней перми: мидийского, джувльфинского, дарахамского ярусов. IV, V, VI—отложения нижнего триаса: индского яруса (IV слои с остатками *Claraia*; V—зона *Neospathodus diereri*; VI—зона *Neospathodus pakistanensis*).

К мидийскому ярусу (верхняя часть хачикской свиты, рис. 1) относятся темно-серые до черного среднеслоистые биостромовые водорослевые известняки с включениями черных кремней и прослоями черных тонкорассланцованных аргиллитов. В качестве примеси отмечены членики криноидей, обломки мшанок, фораминифер, остракод, створок брахиопод, гастропод. Мощность отложений в изученной части разреза 37 м. Характерная конодонтовая фауна: *Gondolella bitteri*, *G. leveni*, *G. planata*, *Hineodus typicalis*, *Diplognathodus moeschovitchi* [3].

Химический состав пород приведен в табл. 1, 1а (образцы 9/1, 9/2, 9/3, 9/4, 9/5). Исследованная часть хачикской свиты включает силль базальта (обр. 9/6, табл. 2) мощностью 0,4 м.

Отложения джувльфинского яруса (нижняя часть ахурийской свиты) представлены переслаиванием серых, зеленовато-серых, розовато-бурых, розовых тонкослоистых глинистых известняков с редкими прослоями доломитовых разновидностей и красновато-бурых, зеленых, темно-серых известняковых глин (обр. 8/1, 8/23 г, 8/4, 8/7, 8/9, 8/10, 7/1, 7/5, 7/6, 6/4, 6/8, 5/2). Мощность отложений 26,3 м. Характерная конодонтовая фауна:

*Gondolella leveni*, *G. orientalis*, *G. planata*, *G. aristovi*, *Hineodus typicalis*, *H. julfensis*, *Diplognathodus moeschovitchi*.

Выделяются структурные типы известняков: органогенно-полидетритовые (детрит-фораминиферы, остракоды, мшанки, криноидей, губки и брахиоподы), органогенно-шламовые с примесью вышеперечисленного детрита, микрозернистые с незначительной примесью органоген-

Таблица 1

Химический состав карбонатных пород верхней перми разреза Дарашам-2  
(Шах. ЛР)

Ком- пон. №№ обр.	Перест. ост.	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	CO <sub>2</sub>	Влага	Сумма	Пересч. величины	
								кальцит	доломит
9/2	3,72	1,07	52,90	0,48	42,04	0,01	100,22	93,25	2,20
9 3	2,52	9,37	46,91	1,32	38,27	1,29	99,68	80,47	6,08
9 4	4,94	1,92	52,39	—	41,12	0,05	100,42	93,53	—
9/5	1,04	0,75	54,19	0,48	43,04	0,04	99,54	95,53	2,20
8/1	5,96	4,05	50,26	—	39,44	0,03	99,74	89,71	—
8 23г.	11,32	2,58	44,60	2,46	37,71	0,85	99,52	73,51	11,30
8 4	10,84	6,52	44,04	1,89	36,64	0,10	100,03	73,95	8,64
8/7	32,17	4,50	25,52	7,24	27,95	2,90	100,28	27,59	33,15
8/9	4,47	4,60	50,97	—	40,0	0,03	100,07	90,58	—
8/10	4,40	1,75	52,25	—	41,0	0,72	100,12	93,25	—
7/1	7,40	4,23	48,67	0,46	34,69	0,05	100,0	85,73	2,10
7/5	8,31	2,15	49,36	0,67	39,48	0,05	100,02	86,43	3,10
7 6	9,93	2,20	48,09	0,50	33,28	1,23	100,23	84,62	2,28
6 4	6,31	3,17	50,11	0,50	39,87	0,07	100,03	84,20	2,30
6 8	23,34	6,25	35,94	2,28	30,70	0,98	99,49	59,48	10,47

Примечание: Анализы выполнены в химической лаборатории ИГН АН Армении М. С. Барсегян, Р. А. Тунянц.

Таблица 1а

Химический состав карбонатных пород верхней перми-нижнего триаса разреза Дарашам 2 (Шах. ЛР)

№№ обр.	Окислы					
	9 1	1/10	5 2	8 23ф	12 6	19 5
SiO <sub>2</sub>	20,51	8,03	14,64	1,85	8,31	2,96
TiO <sub>2</sub>	0,25	0,14	0,60	0,04	0,13	0,02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,02	3,78	7,48	0,38	3,42	0,70
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,57	1,02	2,83	0,09	0,92	0,74
FeO	0,54	0,72	1,98	0,28	0,50	0,22
MnO	0,55	0,32	0,17	0,04	0,27	0,33
MgO	1,85	1,42	1,61	0,74	2,15	19,60
CaO	36,56	46,08	36,36	53,28	45,85	29,82
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,12	0,14	0,39	0,11	0,07	0,02
Na <sub>2</sub> O	0,07	0,15	0,26	0,28	0,69	0,06
K <sub>2</sub> O	0,23	0,49	1,20	0,15	0,33	0,13
BaO	0,05	0,05	—	—	0,05	0,05
SrO	0,03	0,03	—	—	0,03	0,02
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	1,83	1,89	—	—	1,65	1,19
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,49	0,10	1,60	0,21	0,60	—
CO <sub>2</sub>	30,70	36,15	28,33	35,02	35,35	45,00
Сумма	100,37	100,51	99,78	100,15	100,32	100,86
Кальцит	60,66	82,22	60,88	93,26	80,40	4,57
Доломит	8,45	—	7,36	3,38	—	89,63
Пер. ост.	20,51	8,03	14,64	1,85	8,31	2,96
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,85	8,39	11,91	1,37	9,42	12,31
п. п. п.	2,32	1,36	1,89	0,34	2,52	0,37
Сумма	100,79	100,0	99,68	100,20	100,65	99,84

Примечание: анализы обр 9/1, 1/10, 12/6, 19/5 выполнены ВИП (атомно-флюоресцентный спектроанализатор «Плазма—АФС») в химической лаборатории ГИГ АН СССР, аналитики В. В. Карпушина, Г. А. Грановская. Анализы обр. 5/2, 8/23ф в химической лаборатории ИГН АН Армении, аналитик С. Чаталян. Обр. 9/1, 1/10, 5/2, 8/23ф верхнепермские, а обр. 12/6, 19/5—нижнетриасовые.

ного шлама, доломитовые, доломитизированные и кроме того глинистые, отмечаются также глины известковые. В нижней части джульфинского яруса глинистые известняки в большом количестве содержат брахиоподовую фауну (*Araxilevis intermedius Abich*) хорошей сохранности и членики криноидей. По отношению Ca/Mg [7] в створках брахиопод (8/23ф), палеотемпература морской воды 25,8°С (CaO—35,28%; MgO—0,74%). Подчеркнем, при этом, что результаты химического и количественного спектрального анализа содержащий MgO обнаруживают удовлетворительную сходимость.

В средней части отложений джульфинского яруса обнаружен штокообразный выход керсутитового субщелочного базальта (обр. ДКД), слагающего в плане овал, площадью около 4 м<sup>2</sup>.

Отложения дарашамского яруса (мощностью до 20 м) представлены красновато-бурыми, бурыми, реже серыми тонкослоистыми и листоватыми известковыми глинами с прослоями серых, буроватых, а в верхней части кирпично-красных известняков и их глинистых разностей (обр. 1/10). Для них характерна конодонтовая фауна: *Gondolella subcarinata*, *G. orientalis*, *G. costata*, *G. changxingensis*, *Hindeodus julfensis*, *H. typicalis*, *Iranognathodus tarazi*.

Структура глинистых пород пелитовая и алевро-пелитовая. В глинистых породах обнаружен горизонт фосфоритовых конкреций, округлой и овальной формы, размером в поперечнике 0,5—2 см. По данным рентгено-структурного анализа, конкреции сложены апатитом с незначительной примесью тонкодисперсного кварца, кальцита и каолинита. Известняки преимущественно микрозернистые.

К отложениям индского яруса (нижний триас, мощность 57 м.) относятся серые, светло-серые, тонко- и среднеслоистые известняки с редкими прослоями органично-остракодовых и глинистых разностей (обр. 12/6). Нижняя часть индского яруса, выделяемая как слон с *Clarina*, представлена микрозернистыми известняками. Среди этих отложений обнаружен силл базальта (обр. 10/5а) мощностью 0,4 м. В известняках характерная конодонтовая фауна представлена: *Hindeodus turgidus*, *H. parvus*, *H. typicalis*, *H. sp.*, *Condolella sp.*, *Isarcicella isarcica*.

Выше залегают серые тонко- и среднеслоистые известняки, которые по конодонтовой фауне выделяются как зона *Neospathodus dieneri* мощностью 170 м. Эти слон прорваны пятью силлами базальтов и трахиандезитов (обр. 12/2, 13/1, 14/1, 15/1), мощностью от 5 до 12 м. Известняки преимущественно микрозернистые, а в верхней части глинистые, подстилающиеся биоморфно-водорослевыми известняками.

Выше по разрезу выделяется зона *Neospathodus pacistanensis* мощностью 100,5 м. В нижней части разреза породы представлены серыми, тонкослоистыми известняками (37,5 м.), а в верхней—среднеслоистыми, серыми и бурыми известняками и бурыми пятнистыми доломитами (63 м.). Известняки микрозернистые, редко органично-гастроподовые. По плоскостям напластования этих пород развиты биоглифы. Доломиты мелкозернисто-кристаллические с мозаичной структурой (обр. 19/5).

В минеральном составе нерастворимой части карбонатных пород определены: единичные зерна гиперстена (редко гиперстен-бронзита), авгита, диопсида, тремолита, актинолита, обыкновенной роговой обманки, базальтической роговой обманки, пирита, магнетита, гематита, гетита. Спорадически в незначительном количестве встречаются циркон, апатит, рутил (реже брукит, анатаз), гранат, флюорит, мусковит, реже оливин. Выход тяжелой фракции незначительный. Легкая фракция, в основном, представлена выветрелыми глинистыми частицами, редкими зернами кварца, плагиоклаза, обломками метаморфических и основных пород. Рентгеноструктурный анализ тонкоотмученной фракции пород показал, что в отложениях хачикской свиты присутствуют слюда (мусковит), тонкодисперсный кварц, каолинит, а в джульфинско-дарашамских—наряду с вышеперечисленными также

монтмориллонит, тонкодисперсный полевой шпат, гематит, гетит и аморфная фаза (вулканическое стекло в иммерсии). В отложениях нижнего триаса установлены: слюда (мусковит), кварц, примесь каолинита, реже монтмориллонита. Анализ терригенных минералов показал, что исследуемые отложения характеризуются кварц-амфибол-пироксеновой ассоциацией, указывающей на единый источник сноса. Заметим, что по петрографическому и минеральному составу исследуемые породы сходны с породами одновозрастных разрезов басс. р. р. Веди и Хидзорут (Республика Армения).

Установленные вариации литологического состава пермо-триасовых отложений изученного региона показывают таким образом, что тектоническая обстановка осадконакопления в бассейне системы Голдванского шельфа варьировала от стабильной к несколько более активной. Отложения хачикской свиты накапливались в прибрежной части бассейна на глубинах 50—100 м в условиях слабых колебательных движений. Скорость опускания дна бассейна не превышала скорости роста водорослей. Увеличение скорости опускания дна бассейна в джульфинском веке и увеличение количества привноса терригенного материала было причиной прекращения биостромообразования.

В результате значительного усиления гидродинамических движений среды осадконакопления органогенные известняки сменяются аргиллитами и микрозернистыми известняками дарашамского яруса. Приведенная выше высокая температура морской воды (258°С) указывает на субтропический климат осадконакопления.

Наличие в породах дарашамского яруса монтмориллонита и относительное увеличение содержания пирокластических продуктов, с поступлением которых связывается появление положительной Еп аномалии [13], указывают на относительную активизацию вулканических процессов на рубеже пермо-триаса.

В индском веке геотектонический режим бассейна остается относительно активным, с кратковременным периодом стабилизации и обусловленным ею образованием прослойки органогенных и биоморфно-водорослевых известняков.

При проведении литологических исследований отложений пермо-триаса особое внимание было уделено исследованию силлов и штоков базальтов и трахандезитов в них, поскольку до настоящего времени нет единого мнения о возрасте этих прорывающих тел и геодинамических условиях их формирования.

Силлы в крутопадающих слоях пермо-триаса залегают согласно. В глубоких эрозионных срезях перпендикулярно простиранию слоев наблюдается ответвление силлов в виде аюфиз, как это показано на рисунке 1. Под воздействием базальтоидов вмещающие породы уплотнены, участками осланцованы, осветлены или ожелезнены, мраморизованы, ороговикованы. Мощность силлов варьирует 0,4—12 м. По простиранию они прослеживаются не больше 100 м, поскольку перекрываются делювиальными отложениями или смещены разломами. По зонам разломов нередко наблюдаются и осланцевание, и катаклазирование базальтоидов: встречаются зеркала скольжения и брекчии трения. Иногда в силловых залежах отмечаются небольшие вплавленные ксенолиты или значительно измененные блоки вмещающих пород.

По петрографическим и петрохимическим данным (табл. 2) среди вулканических пород выделяются: оливковые долериты (обр. 12/2, 14/1, 15/1); долериты (обр. 13/1), базальты (10/5а, 9/6); керсутитовые субщелочные базальты (ДКД); измененные трахандезиты (16/1).

Долериты (включая оливковые разновидности) темно-зеленые породы с шарообразной отдельностью; диаметр шаров от 3 до 8 см, внешняя оболочка их легко расщепляется, а ядро более плотное. Структура средnezернистая, полнокристаллическая. Характерны идиоморфные выделения основного плагиоклаза и ксеноморфных, реже призматически-зернистых зерен клинопироксена. В интерстициях развиваются полупрозрачный буроватый минерал (палагонит-гидрослюда), реже кварц.

В приконтактных с известняками частях отмечены изменения: вкрапленники клинопироксена полностью разрушены и замещены хлорит-карбонатными агрегатами. Основная масса имеет своеобразную сферолитовую структуру и состоит из округлых шаров-сферолитов плагиоклаза, в промежутках между которыми развиваются хлорит и гидроокислы железа.

Базальты—плотные, темные породы. Структура редко-порфировая, единичные вкрапленники представлены лейстовидным плагиоклазом и псевдоморфозами по оливину. Основная масса спилитовая, интерсертальная, состоит из лейстов и микролитов плагиоклаза с расщепленными концами, изометричными выделениями клинопироксена, магнетита и буровато-зеленым стеклом. Округлые мидалины слагают до 5% поверхности шлифа; последние имеют хлорит-халцедоновый, реже кальцитовый состав.

Керсутитовые субщелочные базальты—черные, плотные породы. Структура порфировая. Вкрапленники—керсутит, основной плагиоклаз, реже розоватый клинопироксен (титанавгит). Основная масса тонкокристаллическая, микролитовая, состоит из тонких микролитов плагио-

Таблица 2

Химический и нормативный составы (%) базальтов и трахиандезитов среднего триаса и раннего мела Нахичеванской подзоны

№№обр.	10/5а	12/2	13/1	14/1	15/1	9/6	ДКД	16/1		
Элементы										
SiO <sub>2</sub>	53.44	52.63	50.23	51.25	50.47	50.71	50.52	57.52		
TiO <sub>2</sub>	2.12	2.15	3.35	1.57	1.53	2.42	2.06	1.26		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.83	16.70	13.67	14.55	15.26	18.37	16.67	18.51		
FeO	11.79	11.04	14.32	9.59	9.49	15.63	9.41	6.80		
NmO	0.10	0.15	0.20	0.11	0.14	0.18	0.11	0.104		
CaO	6.95	7.33	9.80	11.17	12.21	3.12	10.76	6.98		
MgO	4.78	5.84	4.92	9.31	8.29	3.34	4.88	2.80		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.25	0.24	0.41	0.22	0.23	0.52	0.90	0.37		
Na <sub>2</sub> O	2.82	2.73	2.22	1.71	1.88	5.29	3.60	3.39		
K <sub>2</sub> O	0.90	1.16	0.84	0.48	0.47	0.38	1.05	2.25		
Сумма	99.98	99.97	99.96	100.0	99.97	99.96	99.95	99.98		
f	0.72	0.81	0.62	0.37	0.39	0.83	0.52	0.58		
al	1.01	1.29	0.43	0.39	0.45	0.97	0.65	1.10		
K <sub>2</sub> O Na <sub>2</sub> O	0.31	0.42	0.34	0.28	0.25	0.07	0.29	0.66		
il	3.95	4.10	6.37	3.04	2.88	4.55	3.95	2.43		
mt	8.34	6.71	—	—	—	7.18	—	—		
hem	—	3.19	—	—	—	—	—	—		
ap	0.67	0.34	0.34	0.34	0.34	1.35	2.02	1.01		
or	5.57	7.24	5.0	2.78	2.78	2.23	6.68	12.36		
ab	23.59	23.07	18.35	14.16	15.73	44.57	30.41	28.84		
an	30.32	29.48	26.15	30.87	31.99	11.68	26.15	28.37		
di	{ wo	0.81	2.32	9.06	9.87	11.61	—	9.06	1.39	
		{ en	0.60	2.01	5.02	5.02	5.02	—	5.02	0.80
		{ fs	0.13	—	3.69	4.62	6.60	—	3.69	0.53
hy	{ jen	11.24	12.25	7.13	18.17	13.55	8.33	0.20	6.12	
		{ fs	3.69	—	17.41	10.42	5.97	12.53	0.79	10.02
		{ fo	—	—	—	—	1.41	—	4.78	—
ol	{ fa	—	—	—	—	2.04	—	7.34	—	
		{ fa	—	—	—	—	—	—	—	—
q	10.99	9.19	1.56	0.60	—	2.64	—	7.15		
cor	—	—	—	—	—	4.89	—	—		
Сумма	99.90	99.90	100.80	99.89	99.92	99.95	100.09	100.02		

Примечание: силикатные анализы образцов 10/5а, 12/2, 9/6 выполнены в ИГи АНА, аналитик З. Ш. Гаспарян, а анализы обр. 13/1, 14/1, 15/1, 16/1, ДКД выполнены рентгеноспектральным методом (спектрометр Рс -1600, фирмы Филипс) в ГЕОХИ им. В. И. Вернадского АН СССР, аналитик, Н. Коровкина. №№ 10/5а, 12/2, 13/1, 14/1, 15/1, 9/6-долериты и базальты, Т<sub>2</sub> ДКД, 16/1-трахиандезиты и базальты К<sub>1</sub>. Нормативный состав рассчитан Ж. С. Вардазарян.

Содержание микроэлементов в базальтах и трахиандезитах разреза Даршам-2  
(Нах. АР)

Элементы № обр	Ti	V	Cr	Co	Ni	Zn	Zr	Nb	Ba	Sr	Cu	Rb	Rb/Sr
13/1	18990	446	63	68	—	72	88	—	410	242	—	6	0.025
14/1	9038	237	346	24	90	—	91	—	140	340	30	13	0.038
15/1	8206	217	209	18	68	67	82	—	120	269	90	16	0.059
16/1	6546	156	63	—	—	104	191	36	530	885	80	53	0.061
ДКД	11230	251	103	7	8	95	165	23	630	1042	20	23	0.022

Примечание: анализы выполнены рентгеноспектральным методом (спектрометр РW—1600 фирмы Филипс) в ГЕОХИ им. В. И. Вернадского АН СССР, аналитик Н. Коровкина, содержание в г/т. Образцы 13/1, 14/1, 15/1—долериты среднего триаса, а образцы 16/1 и ДКД—трахиандезит и керсутитовый субщелочной базальт раннего мела.

клаза, точечных выделений магнетита, клинопироксена и буроватого стекла. Вторичные минералы: карбонат—8—10%, хлорит—4—5% и незначительное количество гидрослюда.

Измененные трахиандезиты—серые, плотные породы. Вкрапленники представлены хлорит-карбонатными псевдоморфозами по клинопироксену, а также кальцит-хлорит-гидрослюдистыми псевдоморфозами по роговой обманке. Основная масса гналопилитовая. Вторичные минералы: кальцит, кварц.

В контактах с вмещающими карбонатными породами установлены вторичные изменения: перекристаллизация, ожелезнение, огипсование и скарирование с образованием мелкокристаллического гроссуляра, пироксена, амфибола. Все перечисленные признаки указывают на относительно молодой возраст вулканитов.

Определение абсолютного возраста (табл. 4) проведено по базальтам, трахиандезитам, слабо затронутым вторичными изменениями (ядра шарообразных выделений и т. д.).

Радиологические датировки (табл. 4) показали среднетриасовый возраст оливиновых долеритов, долеритов, базальтов и раннемеловой-керсутитовых субщелочных базальтов и трахиандезитов. Среднетриасовые базальты принадлежат к единой слабо дифференцированной ( $SiO_2 = 50,23—53,44\%$ ) низко-глиноземистой ( $Al_2O_3$  в основном ниже 17%) и высокотитанистой ( $TiO_2 = 1,53—3,35\%$ ) серии (табл. 2). По содержанию нормативного кварца и повышенному—гиперстена породы относятся к пересыщенным толентам [4]. На диаграммах щелочи-кремнезем и АФМ (рис. 2) их эволюция обнаруживает толентовый тренд с заметным возрастанием железистости. Раннемеловая серия эволюционирует с накоплением щелочей и располагается в поле субщелочных пород.

Керсутитовые субщелочные базальты являются аналогами пород, обнаруженных в пределах Ерахского хребта в виде кольцевых даек-лавовых потоков и обломков в туфах трубки взрыва лампронтного состава [10; 11]. Это недосыщенные оливино-нормативные породы натрового уклона.

Трахиандезиты—высокоглиноземистые, высокотитанистые породы субщелочного ( $K_2O/Na_2O = 0,66$ ) уклона с повышенной ролью ортоклазового минерала.

С целью определения формационной принадлежности базальтов были подсчитаны их дискриминантные функции по В. А. Кутолину [9]. Выяснилось, что базальты среднего триаса могут быть сопоставимы с траппами древних, а раннего мела-молодых платформ (континенталь-

Радиологический возраст базальтоидов разреза Дарашам-2 Нахичеванской подзоны

№№ образцов	Название породы	Содержания калия в %	$K^{40}$ г/г $10^{-6}$	% радиогенного $Ar^{40}$	$Ar^{40}$ см <sup>3</sup> /г $10^{-6}$	$Ar^{40}$ г/г $10^{-6}$	$\frac{Ar^{40}}{K^{40}}$ $10^3$	Возраст в млн лет	Среднее значение возраста в млн лет
10 5а	Базальт оливинсодержащий	0,63	0,75	16,0	6,09	10,87	14,46	233,13	237,0 ± 4
				4,0	6,29	11,24	14,95	240,5	
12 2	Долерит	1,13	1,35	55,0	10,52	18,77	14,57	234,8	232,2 ± 3,3
				53,82	10,97	19,64	14,55	234,5	
				56,0	10,63	19,97	14,04	227,2	
13/1	Долерит	0,64	0,76	40,2	6,29	11,23	14,77	238,3	238,5 ± 0,2
				38,0	6,34	11,33	14,83	238,7	
14/1	Долерит оливковый	0,35	0,42	21,1	3,44	6,14	14,63	236	243,0 ± 4
				20,1	3,62	6,49	15,45	248	
				21,0	3,50	6,36	15,16	244	
15/1	Долерит оливковый	0,38	0,45	35,0	3,95	7,05	15,55	249,6	242,5 ± 9,0
				32,0	3,91	6,98	15,51	249,0	
				25,0	3,61	6,44	14,21	229,0	
ДКД	Базальт керсутитовый субщелочной	0,76	0,91	19,0	3,89	6,95	7,66	127,3	126 ± 2,1
				20,72	3,77	6,74	7,40	123,0	
				17,0	3,91	6,99	7,71	128,0	
16/1	Трахиандезит измененный	1,61	1,92	33,0	6,61	11,79	6,14	102,7	104 ± 2,2
				28,4	6,90	12,31	6,41	107,1	
				40,0	6,55	11,69	6,08	101,7	

Примечание: анализы выполнены в лаборатории ядерной геохронологии и изотопных исследований ИГН АН Армении, рук. Г. П. Багдасарян

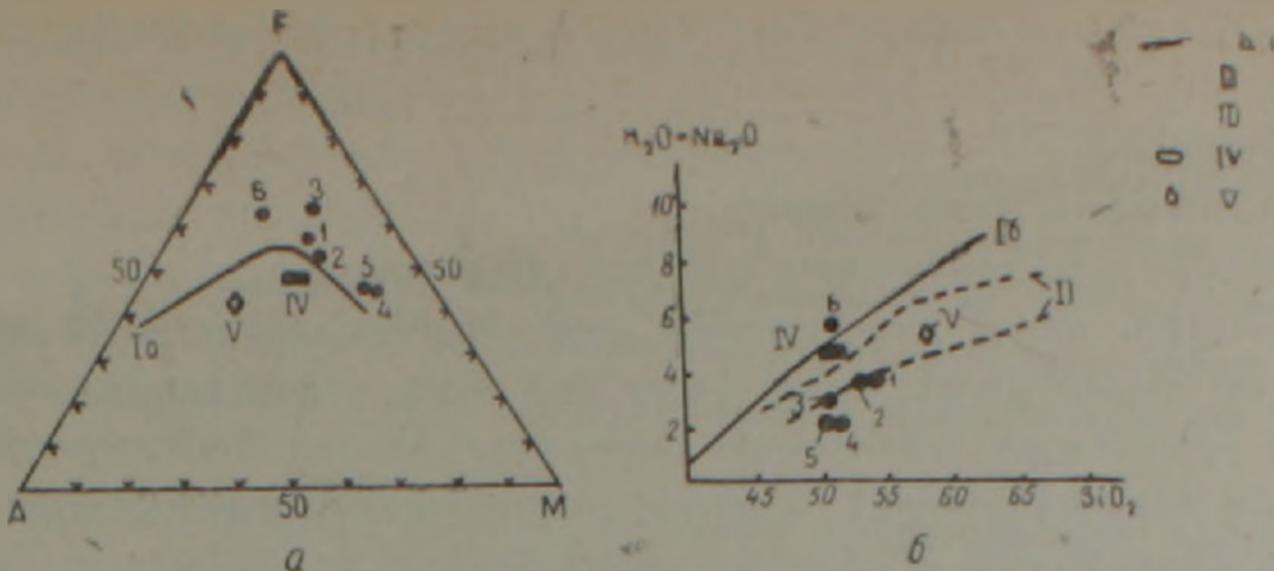


Рис. 2. а) Диаграмма АФМ, Ia—разделительная линия вулканитов толеитовой и известково-щелочной серии по Т. Ирвину и В. Барыгару [14]. 1—образец 10/5а базальт оливинсодержащий; 2—12/2 долерит; 3—13/1 долерит, 4—14/1 долерит оливинный; 5—15/1 долерит оливинный; 6—базальт оливинсодержащий; 7—ДКД базальт керсутитовый субщелочной; 8—16/1 трахиандезит измененный.

б) Диаграмма  $(K_2O+Na_2O)-Si_2$  Ib—разделительная линия вулканитов щелочной и субщелочной серии по Т. Ирвину и В. Барыгару [14]. II—линии, разграничивающие вулканиты толеитовой, высокоглиноземистой и щелочной серии по Х. Куно [8].

ные оливинные базальты). Это подтверждается и величинами отношения  $Rb/Sr$  и абсолютными содержаниями  $Cu$ ,  $Ni$ ,  $V$ ,  $Sr$  (табл. 3). Величина отношения  $Rb/Sr$  варьирует в пределах 0,024—0,059, что по [6] ближе к континентальным толеитам (в среднем 0,044). Содержания  $Cu$ ,  $Ni$ ,  $V$ ,  $Sr$  также близки к континентальным толеитам [12]. Внедрение рассматриваемых базальтов, как видно, происходило в условиях рифтогенного режима, с разрывом континентальной коры в среднетриасовый период. Этот вывод согласуется с известными палеомагнитными реконструкциями взаимного положения материков на конец триасового периода-времени раскола Гондванского шельфа и отрыва от него Иранского микроконтинента [2], к краевой части которого принадлежат изученные разрезы пермо-триаса. Внутриплитовый рифтогенез Иранского микроконтинента фиксируется по продуктам щелочного базальтоидного вулканизма в лейясе, поздней юре-раннем мелу, в альбервилем сеноне [5; 1], что еще раз подтверждает полициклический характер рифтогенеза зоны максимальной проницаемости. Таким образом, полученные нами геологические и геохронологические данные позволяют считать, что начало процессов рифтогенного растяжения относится к среднетриасовому периоду.

Автор глубоко признателен М. А. Сатяну, А. Х. Мнацаканяи, С. О. Ачикгезяну за большую помощь и ценные советы, Ж. С. Вардазарян—за расчеты нормативного состава.

Институт геологических наук  
АН А

Поступила 21.V.1990

Հ. Ա. ԽԱՆԶԱՏՅԱՆ

ԳՐԱԴԱՐԱՆ-2 ԿՏՐՎԱԾՔԻ (ՆԱԽ. Ի Հ) ՊԵՐՄ-ՏՐԻԱՍԻ ԱՌԱՋԱՑՈՒՄՆԵՐԻ  
ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԵՎ ԲԱԶԱՏՈՒԴԱՅԻՆ ՍԵՂՆԵՐԻ ՈՒ  
ՇՏՈՒԿԻ ՀԱՍԱԿԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո ղ փ ու մ

Դարաշամ-2 կտրվածքի պերմ-տրիասի ստաջացումները կազմում են Արարս գետի ձախափնյա մասում գտնվող Զուլֆայի անտիկլինորիումի հյուսիս-արևելյան թևը: Կտրվածքը Անդրկովկասի պերմ-տրիասի սահմանային ստաջացումների համար համարվում է ստրատոտիպային: Այն հիմնականում

ներկայացված է ուղղաձիգին մոտ անկում ունեցող կրաքարային շերտերով և հազվադեպ, կավային-բիտումային ու մերկելային տարատեսակներով, որոնց մեջ մխրճվել են բազալտոտիպային կազմի սիլիեր և շտուկ:

Քարաբանական ուսումնասիրությունների շրջանակներում ընդգրկվել են ուշ պերմի միդյան, ջուլֆու-դարաշամի և վաղ տրիասի ինդյան հարկերի առաջացումները, որոնց բնութագրման շափանիշները բերվում են ստորև:

Միդյան հարկի վերին մասի ապարները մուգ մոխրագույնից սև, միջին շերտային բիտումային ջրիմուռային կրաքարեր են, սև կայծքարային ոսպնյականման ներփակումներով և նուրբ շերտավորված արգիլիտային ենթաշերտերով: Հզորությունը 37 մետրից ավելի է:

Ջուլֆայի հարկի ապարները ներկայացված են հաջորդաբար հերթափոխվող մոխրավուն, կանաչ-մոխրավուն, գորշ-վարդագույն, վարդագույն նուրբ շերտավոր կավային կրաքարերով և, հազվադեպ, դոլոմիտային ու կավային ենթաշերտերով: Հզորությունը 26,3 մ է:

Հստ կառուցվածքային տեսակների, կրաքարերի մեջ անջատվում են օրգանածին-պոլիդեսարիտային, օրգանածին-շլամային, միկրոհատիկային, դոլոմիտային և կավային տարատեսակներ: Ջուլֆայի հարկի ստորին մասի կավային կրաքարերը պարունակում են բրախիոպոդային ֆաունայի լավ պահպանված առատ մնացորդներ ու ծովաշուշանի ցողունիկներ: Բրախիոպոդների խեցիներում կալցիում-մագնեզիումային հարսերուսթյան մեծուսթյան համաձայն, ծովի ջրի պալեոջերմաստիճանը կազմել է 25,8°C, որը համապատասխանում է մերձհասարակածային ծովի ջրի ջերմաստիճանին:

Դարաշամի հարկի առաջացումները (հզորությունը մինչև 20 մ) ներկայացված են գորշ-կարմրավուն, գորշ, հազվադեպ, մոխրավուն նուրբ շերտային և թերթավոր կրային կավերով և մոխրագույն, իսկ վերին մասում աղյուսակարմիր, կրաքարերի ու կավային տարատեսակների ենթաշերտերով: Կավային ապարներում հայտնաբերվել է ֆոսֆորիտային կոնկրեցիաների հորիզոն:

Ստորին տրիասի ինդյան հարկի առաջացումները (հզորությունը 57 մ է) մոխրագույն, նուրբ և միջին շերտային կրաքարեր են, հազվադեպ, օրգանածին-օստրակոդային և կավային ենթաշերտերով:

Սրանց վրա նստած են մոխրագույն, նուրբ և միջին շերտային կրաքարերը, որոնք ըստ կոնոգոնտային ֆաունայի անջատվում են որպես *Neospathodus dieneri* զոնա: Հզորությունը 170 մ է: Կրաքարերը հիմնականում միկրոհատիկային են, իսկ վերին մասում՝ կավային:

Կտրվածքով դեպի վեր անջատվում է *Neospathodus pacistanensis* զոնան, 100,5 մ հզորությամբ: Ստորին մասում ապարները մոխրագույն, նուրբ շերտային կրաքարեր են (37,5 մ), իսկ վերին մասում՝ միջին շերտային մոխրագույն և գորշ կրաքարեր են և գորշ դոլոմիտներ (63 մ): Կրաքարերը միկրոհատիկային են, հազվադեպ, օրգանածին-դաստրոպոդային, իսկ դոլոմիտները՝ մանրաբյուրեղային են և ունեն մոզաիկ կառուցվածք:

Բեկորային միներալների ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ վերին պերմի—ստորին տրիասի առաջացումները բնորոշվում են քվարց-ամֆիբոլ-պիրոքսենային զուգորդությամբ: Նկատենք, որ ըստ ապարապրակտիկ և միներալոգիական կազմի, ուսումնասիրվող ապարները նման են Վեդի և Խըն-ձորուտ գետերի ավազանների նույն հասակի առաջացումներին: Պերմ-տրիասի ապարների քարաբանական կազմի փոփոխությունները ցույց են տալիս, որ տեկտոնական պայմանները փոխվել են կայունից ավելի ակտիվի: Վերին պերմի միդյան հարկի վերին մասի նստվածքները կուսուսկվել են ավազանի մերձափնյա մասում՝ 50—100 մ խորություններում, կայուն տեկտոնական

պայմաններում: Ավազանի իջեցման արագութիւնը չի գերազանցել ջրի մոտ-  
ների աճման արագութեանը: Հասակի խորասուզման արագութեան ավելա-  
ցումը ջուլֆայի դարում և բեկորային նյութի բերման քանակութեան ավել-  
ացումը պատճառ է հանդիսացել, որ հիշյալ ժամանակաշրջանում ընդհատ-  
վել է բիոստրոմառաջացումը: Նստվածքակուտակման ջրադինամիկ պայման-  
ների նշանակալի ակտիվացման հետևանքով օրգանածին կրաքարերը հերթա-  
փոխվում են դարաշամի հարկի արգիլիտներով և միկրոհատիկային կրաքա-  
րերով:

Վաղ տրիասի ինդյան դարում ավազանի երկրադինամիկ պայմանները  
մնում են համեմատաբար ակտիվ:

Քարաբանական ուսումնասիրութիւնների ժամանակ հատուկ ուշադրու-  
թիւն է հատկացվել բազալտների ու տրախիանդեզիտների սիլլերի ու շտակի  
ուսումնասիրութեանը, քանի որ մինչև այժմ նրանց բացարձակ հասակի և  
ձևավորման երկրադինամիկ պայմանների մասին չկար ընդհանուր կարծիք:  
Սիլլերի հզորութիւնը 0,4—12 մ է: Հստ տպագրական և ապարաբիմիական  
տվյալների հրաբխածին ապարների մեջ անջատվում են օլիվինային դոլե-  
րիտներ, բազալտներ, կերսուտիտային և նիթալկալային բազալտներ և փոփոխ-  
ված տրախիանդեզիտներ: Ներփակող կարբոնատային ապարների հետ կոն-  
տակտում երևան են եկել այնպիսի փոփոխութիւններ, ինչպիսիք են վերա-  
բյուրեղացումը, պիպսոցումը, սկւռնացումը (մանրաբյուրեղ գրոսուլյարի  
առաջացումով) և այլն:

Համաձայն բացարձակ հասակի որոշման ռադիոբանական տվյալների  
օլիվինային դոլերիտները, դոլերիտներն ու բազալտներն ունեն միջին տրիա-  
սի հասակ, իսկ կերսուտիտային և նիթալկալային բազալտները և տրախիան-  
դեզիտները՝ վաղ կավճի: Միջին տրիասի բազալտները պատկանում են թույլ  
տարբերակված, ցածր կավահողային և բարձր տիտանային խմբին: Հստ  
նորմատիվային քվարցի և հիպերստենի բարձր պարունակութեան, ապարները  
վերագրվում են գերհագեցած տոլեիտներին: Արանց էվոլյուցիան, ըստ ալ-  
կալի-սիլիկահող և AFM դիագրամների, ցուցաբերում է տոլեիտային հա-  
կում՝ երկաթայնութեան նշանակալի աճով:

Կերսուտիտային և նիթալկալային բազալտները թերհագեցած օլիվին-նոր-  
մատիվային ապարներ են՝ նատրիումային հակումով: Տրախիանդեզիտները  
բարձր կավահողային, բարձր տիտանային ապարներ են՝ նիթալկալային հա-  
կումով, օրթոկլազային միներալը նշանակալի դեր ունի:

Հստ Վ. Ա. Կուտուլինի դիսկրիմինանտային ֆունկցիաների մեծութեան  
միջին տրիասի բազալտները համարժեք են հին տրասպների, իսկ վաղ կավ-  
ճինը՝ երիտասարդ պլատֆորմների բազալտներին (մայրցամաքային օլիվի-  
նային բազալտներ): Դիտարկվող բազալտների ներդրումն ըստ երևույթին  
տեղի է ունեցել մայրցամաքային կեղևի ձեղքման ռիֆտածին ռեժիմի պայ-  
մաններում: Նրանական միկրոմայրցամաքի ներսալային ռիֆտառաջացումը  
երևան է եկել լեյասում, ուշ յուրա—վաղ կավճի և սյր—վաղ սենոն ժամա-  
նակաշրջաններում ալկալային բազալտոիդային հրաբխականութեան առաջա-  
ցումներով, ինչը մեկ անգամ ևս հաստատում է առավելագույն թափանցե-  
լիութեան զոնայի ռիֆտառաջացման բաղմափուլ բնույթը: Այսպիսով, ստաց-  
ված երկրաբանական և երկրաժամանակագրական տվյալները թույլ են տա-  
լիս համարելու, որ ռիֆտածին երևույթների սկիզբը համապատասխանում է  
միջին տրիասի ժամանակաշրջանին:

ON THE LITOLOGICAL PECULIARITIES OF THE DARASHAM—2  
SECTION (NAKICHEVAN AR) UPPER PERMIAN—LOWER  
TRIASSIC SEDIMENTS AND ON THE BASALTOIDS SILLS AND  
STOCK AGE

## Abstract

The Darasham—2 section Upper Permian—Lower Triassic sediments lithological investigations have shown the directed changes in the sedimentation facial and geodynamical conditions. These sediments are intruded by Middle Triassic (K—Ar method) basaltic sills, by trachyandesites and a stock of kaersuittic subalkaline basalts of an Early Cretaceous age. The basaltic sills are attributed to the protoplatform traps, and the others are attributed to the basalts of the interplate conditions of young platforms. The presence of different age basalts and trachyandesites is explained by an interplate rifting zones inherited development during Mesozoic.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Азизбеков Ш. А. Геология Нахичеванской АССР. М.: Госгеолтехиздат, 1961. 502 с.
2. Городницкий А. М., Зоненшайн Л. П., Мирлин Е. Г. Реконструкции положения материков в фанерозое. М.: Наука, 1978. 121 с.
3. Григорян А. Г. Конодонты пограничных отложений перми и триаса Армянской ССР. Автореф. дисс. на соискание уч. ст. канд. геол.-мин. наук. М.: Госуниверситет, 1990. 17 с.
4. Подер Г. С., Тилли К. Э. Происхождение базальтовых магм. М.: Мир, 1965. 247 с.
5. Карякин Ю. В. Геодинамика формирования вулканических комплексов Малого Кавказа. М.: Наука, 1989. 150 с.
6. Кокс К. Г., Белл Дж. Д., Панкхерст Р. Дж. Интерпретация изверженных горных пород. М.: Недра, 1982. 214 с.
7. Краснов Е. В., Пыздякова Т. А. Кальций-магнийевый метод в морской биологии. М.: Наука, 1982. 105 с.
8. Куно Х. Латеральная вариация базальтовой магмы вкост окрании континентов и островных дуг.—В кн.: Окраины континентов и островных дуг. М.: Мир, 1970. с. 249—262.
9. Кутолин В. А. Проблемы петрохимии и петрологии базальтов. Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1972. 208 с.
10. Сатиан М. А., Ханзатян Г. А. Породы лампронитовой серии в офиолитовом разрезе Вединской офиолитовой зоны Малого Кавказа.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987. XL, № 5, с. 64—67.
11. Сатиан М. А., Вардинян А. В. Путеводитель геологической экскурсии X Всесоюзного литологического совещания. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1988. 17 с.
12. Суханов М. К. Казбекский диабазовый пояс центрального Кавказа (междуречья Ардон-Асса). М.: Наука, 1975. 150 с.
13. Ханзатян Г. А. К геохимии пограничных отложений перми и триаса Малого Кавказа.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1992, № 1, с. 12—25.
14. Irvine T. N., Baragar W. R. A. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks Canada, J. Earth Sci. 1971, Vol. 8, № 5, P. 523—548.

С. Б. АБОВЯН, А. С. СЛАКЯН, Б. Г. ХАРАТЯН

## ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИТИЯ В УЛЬТРАМАФИТАХ ОФИОЛИТОВЫХ ЗОН МАЛОГО КАВКАЗА

Изучены особенности распределения лития в ультрамафитах—перидотитах, дунитах, пироксенитах (жильных), серпентинитах и хромитовых рудах офиолитовых зон Малого Кавказа. На основании 380 спектральных и 100 химических анализов рассчитано среднее содержание лития в рассматриваемых породах, равное 0,0004% или 4 г/т. Установлено, что, несмотря на близость кристаллохимических свойств лития к  $Mg^{2+}$  и  $Fe^{2+}$  слагающих железо-магнезиальные породообразующие силикаты ультрамафитов, он обнаруживает слабое рассеяние в них и обладает тенденцией накапливаться в конечных продуктах кристаллизации ультрамафитовой магмы—пироксенитах и хромитовых рудах.

### *Общие геолого-петрографические сведения*

Ультрамафиты Малого Кавказа входят в состав габбро-перидотитовой формации, которая совместно с вмещающей верхнемеловой (коньякской) кремнисто-вулканогенной формацией слагает офиолитовую группу или серию формаций. Пространственно с габбро-перидотитовой формацией совмещена более молодая габбро-диоритовая формация, имеющая ограниченное распространение и состоящая из интрузивов габбрового, габбро-диоритового и диоритового состава верхнеэоценового возраста. Офиолитовая серия формаций образует два узких дугообразных пояса (зоны) СЗ простирания—Севанский и Ведниский. На СЗ Севанский пояс прослеживается в Поитиды, на ЮВ—в Эльбурс, а Ведниский пояс—на СЗ—в Тавриды и на ЮВ—в Загрос и представляют собой участки проявления офиолитового магматизма обширной Средиземноморской области, расположенной между Афро-Аравийской и Евро-Азиатской платформами.

Рассматриваемая габбро-перидотитовая формация близка к «альпинотипным» габбро-перидотитовым комплексам [1], однако, в ряде массивов (Мумухан-Красарском, Джил-Сатанахачском, Кясаманском и др.), в силу особых геологических условий—близости кристаллического фундамента, служащего жестким основанием и создающим условия субплатформенного режима, наблюдается дифференциация пород—в нижних частях интрузивов залегают ультрамафитовые, в средних—мафитовые, в верхних—породы среднего состава. Эти массивы обладают признаками стратиформных интрузивов [1].

Детальные исследования показали, что наиболее крупные массивы габбро-перидотитовой формации рассматриваемых офиолитовых зон представляют собой дифференцированные тела, вытянутые в СЗ направлении с падением на СВ, для которых характерна макрорасслоенность, т. е. они состоят из относительно мощных слоев однородных пород (ультрамафитов, мафитов и пород среднего состава) со скрытой расслоенностью и пачек сравнительно тонкого ритмического чередования, расположенных между ними.

Скрытая расслоенность ультрамафитов, слагающих нижние слои интрузивных массивов, выражена тем, что в нижней части слоев они представлены гарцбургитами, в средней—лерцолитами, в верхней—верлитами, переходящими выше в троктолиты и полевошпатовые перидотиты ритмично-расслоенного слоя. Среди перидотитов встречаются полосы и линзы дунитов небольших размеров, количество которых значительно увеличивается наверху вблизи троктолитов, а также пироксениты в основном в жильной фации. Ориентировочно гарцбургиты составляют 40%, лерцолиты—35%, верлиты—15%, дуниты—8% и пи-

роксениты—2% от общего объема ультрамафитов. Все рассматриваемые породы в различной степени серпентинизированы.

Главной особенностью минерального состава нижнего ультрамафитового слоя является широкое распространение оливина с железистостью от 6 до 15% и пироксенов—от 7 до 18%, причем возрастание железистости как оливина, так и пироксенов происходит снизу вверх. Количественная роль пироксенов подчиненная [2].

Учитывая, что по вопросу распределения лития в ультрамафитах Малого Кавказа в литературе имеются довольно скудные сведения, авторы предприняли настоящую работу с опробованием всех разновидностей этих пород и применением более усовершенствованных аналитических приборов.

#### *Методика анализа*

Кроме обычного эмиссионного приближенно-количественного спектрального анализа, был применен химический метод анализа лития, выполненный А. С. Сааковым и Е. Г. Харатьян. Последний основывался на фотометрии пламени по красной резонансной линии с длиной волны 670,8 нм. Для увеличения чувствительности и уменьшения влияния посторонних элементов был использован атомно-адсорбционный фотометр ААС—1 фирмы «Карл Цейс», работающий также в эмиссионном режиме. Ход анализа включает перевод в раствор навески образца (0,5 г), буферирование раствора и фотометрирование в пламени. Перевод образца в раствор осуществлялся разложением фтористоводородной и серной кислотами в платиновой чашке. Стандартные растворы готовились из карбоната или сульфата лития с концентрацией лития в 1 мг/мл, с дальнейшим разбавлением основного раствора. При фотометрировании использовался стандартный раствор, содержащий 270 мкг/мл алюминия для компенсации влияния последнего, присутствующего в пробе. Расчет проводился графическим путем. Полученные таким путем данные по 25 образцам находятся в хорошем соответствии с результатами контрольных анализов, выполненных в ИМГРЭ. Кроме того, отмечается хорошая сходимость между данными спектрального и химического анализов.

#### *Распределение лития в ультрамафитах*

Опробованию подверглись перидотиты серпентинизированные, дуиниты серпентинизированные, пироксениты (жильные), серпентиниты и хромитовые руды, отобранные из нижних ультрамафитовых слоев Мумухан-Красарского, Катнахпюр-Карахачского, Жил-Сатанахачского, Караиман-Зод-Гейдаринского, Левчайского и Ипякского массивов Севанской и Азизкентской, Бахчаджурской и Црдутской групп массивов Вединской офиолитовых зон Малого Кавказа. Всего было отобрано 480 образцов, которые подверглись химическому (100) и спектральному (380) анализам на литий. Средние содержания лития в рассматриваемых породах и рудах приведены в табл. 1.

Согласно данным табл. 1, наибольшие концентрации лития отмечаются в пироксенитах, затем в серпентинитах и хромитовых рудах. На порядок ниже средние содержания лития в серпентинизированных перидотитах и дуинитах.

Была проведена статистическая обработка результатов 480 химических и спектральных анализов в лаборатории математических методов (рук. лаб. А. А. Авакян), с целью выяснения закона распределения лития. В табл. 2 приведены параметры распределения лития в ультрамафитах и хромитовых рудах Малого Кавказа. Сравнение полученных данных с критическими значениями асимметрии и эксцесса показывает, что распределение лития в перидотитах, дуинитах и пироксенитах подчиняется нормальному закону, а в серпентинитах и хромитовых рудах—ненормальному.

Учитывая, что большинство массивов ультрамафитовых пород сло-

жено серпентинизированными перидотитами (90%), величина среднего содержания лития в ультрамафитах Малого Кавказа может быть принята равной 0,0004%. Эта величина на порядок выше среднего содержания лития в ультрамафитах, по данным А. П. Виноградова [5], и примерно соответствует кларковым содержаниям лития в ультрамафитах, по данным К. К. Турекьяна и К. Х. Ведеполья [9] и Н. А. Солодова и др. [7] (табл. 3).

Таблица 1.

Средние содержания лития в ультрамафитах и хромитовых рудах Малого Кавказа

Породы	Кол-во проб	Содерж. Li в %	% серпентинизации	Кэфф. и копл.
Перидотит серпентинизированный	150	0,0004	30—50	1,0
Дунит серпентинизированный	70	0,0005	40—60	1,25
Пироксенит серпентинизированный	60	0,003	20—30	7,5
Серпентинит	170	0,002	100	5,0
Хромитовая руда	30	0,0021	—	5,25

Таблица 2.

Параметры распределения лития в ультрамафитах и хромитовых рудах Малого Кавказа

Породы	Кол-во проб	$\bar{X}$	S	A	E	Закон распределения
Перидотиты	150	0,0004	0,0001	0,69	0,034	нормальный
Дуниты	70	0,0005	0,0003	0,60	—0,70	—
Пироксениты	60	0,003	0,002	1,48	1,001	—
Серпентиниты	170	0,002	0,004	4,85	24,88	ненормальный
Хромитовые руды	30	0,0021	0,002	2,63	5,99	—

Таблица 3.

Средние содержания лития в ультрамафитах

Кларки Li		Авторы
в %	в г/т	
0,0005	0,5	А. П. Виноградов [5]
0,000X	X,0	К. К. Турекьян, К. Х. Ведеполь [9]
0,0005	1,0	Н. А. Солодов и др.
0,0004	4,0	Настоящая работа

Несколько повышенные средние содержания лития, по сравнению с перидотитами и дунитами, определены в породообразующих минералах—в оливине—0,001%, ромбическом пироксене—0,0015% и моноклинном пироксене—0,0013%. Средние содержания лития в серпентине, по сравнению с его содержанием в серпентините, 0,002% остается без изменения. Наблюдаемые расхождения, вероятно, можно объяснить наложением сложного процесса аллосерпентинизации, при котором возможен вынос некоторых элементов из отдельных участков массива и их накопление в других участках, а также дополнительный принос ряда элементов, не характерных для ультрамафитовых пород.

Известно, что при серпентинизации массивов ультрамафитовых пород происходят изохимические процессы, при которых концентрации главных породообразующих и второстепенных компонентов остаются без существенных изменений [4, 8]. Это справедливо, если имеет место автометаморфический процесс—автосерпентинизация. В случае же, когда на ультрамафиты воздействуют растворы, генетически не связан-

ные с ультрамафитовой магмой, т. е. имеет место алломорфический процесс—аллосерпентинизация, тогда изохимический процесс может быть нарушен и могут быть принесены второстепенные компоненты, не характерные для ультрамафитовых пород, но характерные для очага серпентинизирующих растворов. При этом процессе не исключается также возможность выноса ряда элементов, характерных для ультрамафитовых пород.

В массивах ультрамафитовых пород Малого Кавказа, наряду с аутоморфической серпентинизацией, широко развиты также более поздние процессы алломорфической серпентинизации, связанные с гидротермальной деятельностью более молодых габбро-диоритовых и диоритовых интрузивов, пространственно совмещенных с массивами ультрамафитовых пород (интрузивы габбро-диоритовой формации [1]).

По-видимому, этим можно объяснить представление В. И. Лодочникова [6] о том, что ультрамафитовая магма является каким-то вмес­ти­ли­щем химических соединений, которые находятся в резком противоречии с ее геохимической природой.

Самостоятельных минералов в ультрамафитах литий не образует, он полностью рассеян в породообразующих железо-магнезиальных минералах. Как известно, литий относится к первой подгруппе щелочных металлов первой группы периодической системы Д. И. Менделеева и по химическим свойствам очень близок к натрию, калию, рубидию и цезию. Однако, по кристаллохимическим свойствам отличается от них существенно меньшими размерами атомного и ионного радиусов и наибольшим координационным числом, равным VI, редко IV. Вследствие этого литий не образует изоморфной смеси с другими щелочными металлами, т. к. по размеру ионного радиуса (0,78 Å) и координационному числу (VI) он близок к магнию (0,78 Å) и двухвалентному железу (0,83 Å) и, в меньшей степени, к алюминию (0,57 Å). Ближе всего из щелочных металлов по размеру ионных радиусов литий стоит к натрию (0,98 Å).

Форма вхождения лития в железо-магнезиальные минералы (оливины и пироксены)—это изоморфное замещение магния и железа по схеме:



Несмотря на близость ионных радиусов лития, магния, железа и алюминия, он не испытывает сильного рассеяния в железо-магнезиальных минералах—оливине и пироксенах дуинтов и перидотитов и накапливается в более кислых дифференциатах ультрамафитов—пироксенитах (0,003% Li, табл. 1), представляющих собой поздние пегматоидные образования ультрамафитовой магмы, а также в хромитовых рудах (0,0021% Li, табл. 1), сформировавшихся в более поздние моменты магматического процесса из остаточных рудоносных растворов.

В табл. 4 приведены средние содержания лития, магния, железа (двух- и трехвалентного) и натрия и отношения Li·1000 к указанным элементам. Величины этих отношений возрастают от перидотитов и дуинтов к серпентинитам и хромитовым рудам. Вместе с тем сказывается и близость лития к натрию (0,98 Å). Разница между величинами ионных радиусов составляет 18,4%, что позволяет допустить изоморфное замещение натрия литием при повышенных температурах, близких к точкам плавления железо-магнезиальных силикатов.

В целом следует отметить обедненность литием ультрамафитовой магмы, слабого рассеяния его в породообразующих железо-магнезиальных силикатах и тенденцией накапливаться в более поздних дифференциатах. Это подтверждается тем, что изоморфное замещение лития в кристаллической решетке минерала зависит от его общего количества в магме и от силы связи. На ранней стадии кристаллизации улавливаются элементы-примеси с одинаковым или более высоким зарядом с элементом-хозяйном. В более поздних стадиях кристаллиза-

ции в постройку кристалла «наиболее низко заряженные ионы допускаются только тогда, когда запас нормальных составляющих решетки почти истощен» [3].

Из вышеизложенного вытекают следующие основные выводы:

1. Учитывая, что массивы ультрамафитовых пород сложены на 90% из серпентинизированных перидотитов, величину среднего содержания лития в ультрамафитах Малого Кавказа можно принять равной 0,0004% или 4 г/т.

Таблица 4

Средние содержания Li, Mg, Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup> и Na и отношения Li · 1000 к указанным элементам

Породы	Кол-во проб	Содержания в %					Li · 1000		Li · 1000		Li · 1000	
		Li	Mg	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Na	Mg	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Na		
Перидотит серпентинизированный	150	0.0004	20.59	2.76	3.69	0.09	0.019	0.15	0.11	4.44		
Лузит серпентинизированный	70	0.0005	21.88	4.08	2.28	0.08	0.023	0.12	0.22	6.25		
Серпентинит	170	0.002	21.69	4.27	2.41	0.08	0.092	0.47	0.83	25.00		
Пироксенит серпентинизированный (жильный)	60	0.003	14.69	1.57	3.05	0.16	0.20	1.52	0.98	18.88		
Хромитовая руда	30	0.002	8.75	11.07	—	—	0.23	0.18	—	—	—	

2. Несмотря на то, что ультрамафитовая магма сложена железомagneзиальными силикатами, и литий по кристаллохимическим свойствам близок к Mg<sup>2+</sup> и Fe<sup>2+</sup> он обнаруживает слабое рассеяние в них и обладает тенденцией накапливаться в конечных продуктах ультрамафитовой магмы—пироксенитах и хромитовых рудах.

3. Обогащенность серпентинитов литием объясняется наложенностью процесса аллометаморфической серпентинизации, связанного с дериватами сравнительно кислых интрузивных пород более молодой (верхнеэоценовой) габбро-диоритовой формации.

Институт геологических наук  
АН Армении

Поступила 17.V.1990

Ս. Բ. ԱՐՈՎՅԱՆ, Ա. Ս. ՍԱՀԱԿՅԱՆ, Ե. Գ. ԽԱՌԱՏՅԱՆ

ԼԻԹԻՈՒՄԻ ԲԱՇԽՈՐԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԵՆՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՓՈՔՐ ԿՈՎԿԱՍԻ ՕՖԻՈՒՏԱՅԻՆ ԶՈՆԱՆԵՐԻ ԳԵՐՄԱՖԻՏՆԵՐՈՒՄ

Ա մ փ ղ փ ո լ մ

Փոքր կովկասի գերմաֆիտները մտնում են գարրո-պերիդոտիտային ֆորմացիայի կազմի մեջ, որը ներփակող վերին կալճի (կոնյակի) կայծքորհրաբխային ֆորմացիայի հետ մեկտեղ կազմում են օֆիոլիտային ֆորմացիաների խումբ կամ սերիա: Գարրո-պերիդոտիտային ֆորմացիայի հետ տարածականորեն համատեղված է ավելի երիտասարդ գարրո-դիորիտային ֆորմացիան, որն ունի սահմանափակ տարածում և բաղկացած է վերին էո-

ցենի հասակի գաբրոային, գաբրո-դիորիտային և դիորիտային կազմի ներդրումներից:

Օֆիոլիտային ֆորմացիաների սերիան կազմում է երկու նեղ, աղեղնաձև գոտի (զոնա) հյուսիս-ուրևմտյան տարածմամբ՝ Սևանի և Վեդու: Գաբրոպերիդոտիտային ֆորմացիան մոտ է «ալպինատիպ» համալիրներին, բայց որոշ զանգվածներում, ելնելով հատուկ երկրաբանական պայմաններից, դիտվում է ապարների տարբերակում՝ ներդրումների ստորին մասերում տեղադրված են գերմաֆիտները, միջինում՝ մաֆիտները և վերինում՝ միջին կազմի ապարները: Այդ զանգվածներն ունեն շերտաձև ներդրումների առարկ:

Գերմաֆիտները, որոնք կազմում են ներդրված զանգվածների ստորին մասերը, բնորոշվում են թաքնված շերտավորություններով: Շերտի ստորին մասում նրանք ներկայացված են հարցբուրգիտներով, միջինում՝ լերցոլիտներով, վերինում՝ վերլիտներով: Պերիդոտիտների մեջ հանդիպում են ոչ մեծ չափերի դունիտների շերտեր և ոսպնյակներ, որոնց քանակությունը վերին մասում ավելանում է: Հանդիպում են նաև պիրոքսենիտներ՝ երակային ֆացիայում:

Լիթիումի բաշխման առանձնահատկությունները Փոքր Կովկասի օֆիոլիտային զոնաների գերմաֆիտներում քննարկված են պերիդոտիտների, դունիտների, սերպենտինիտների, պիրոքսենիտների (երակային) և քրոմիտային հանքանյութերի 380 էմիսիոն սպեկտրալ և 100 քիմիական անալիզների հիման վրա:

Ստացված տվյալների վերլուծությունը հանգեցնում է հետևյալ եզրակացություններին:

1. Հաշվի առնելով, որ գերմաֆիտային ապարների զանգվածները 90 տոկոսով կազմված են սերպենտինացած պերիդոտիտներից, լիթիումի միջին պարունակությունը Փոքր Կովկասի գերմաֆիտներում կարելի է ընդունել 0,0004 տոկոս կամ 4 գ/տ:

2. Չնայած այն բանին, որ գերմաֆիտային մագման կազմված է երկաթա-մագնեզիումային սիլիկատներից և լիթիումն իր բյուրեղաբիմիական հատկություններով մոտ է մագնեզիումին և երկարժեք երկաթին, այն թույլ ցրվածություն է դրսևորում նրանց մեջ և կուտակվում է գերմաֆիտային մագմայի վերջնական արդյունքներում՝ պիրոքսենիտներում և քրոմիտային հանքանյութերում:

3. Սերպենտինիտների հարստացումը լիթիումով բացատրվում է ալոփոխակերպային սերպենտինացման պրոցեսի վերադրումով, ինչը կապված է ավելի երիտասարդ (վերին էոցենի հասակի) և համեմատաբար թթու գաբրո-դիորիտային ֆորմացիայի ներդրված ապարների ածանցյալների հետ:

S. B. ABOVIAN, A. S. SAHAKIAN, E. G. KHARATIAN

## PECULIARITIES OF THE LITHIUM DISTRIBUTION IN THE ULTRAMAFITES OF THE MINOR CAUCASUS OPHIOLITE ZONES

### A b s t r a c t

The peculiarities of the lithium distribution in the Minor Caucasus ophiolite zones ultramafites i. e. peridotites, dunites, pyroxenites (vein-type), serpentinites and chromite ores are investigated. On the basis of 380 spectral and 100 chemical analyses the lithium average content is determined, being equal to 0,0004 % or 4 g/t. It is established that in

spite of the closeness of crystallochemical properties of Li and  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ , which form the ultramafites Fe—Mg silicates, the Li reveals a feeble dispersion in them and has a tendency to accumulate in the final products of the ultramafic magma crystallization i. e. in the pyroxenites and chromite ores.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абовян С. Б. Мафит-ультрамафитовые интрузивные комплексы офиолитовых поясов Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1981, 308 с.
2. Абовян С. Б. Габбро-перидотитовая формация офиолитовой серии Малого Кавказа.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, т. XLII, № 2, 1989, с. 9—20.
3. Гольдшмидт В. М. Геохимические принципы распределения редких элементов.— В кн.: Редкие элементы в изверженных горных породах и минералах. М.: Изд. ИЛ, 1952, с. 9—16.
4. Борисенко Л. Ф. Редкие и малые элементы в гипербазитах Урала. М.: Наука, 1956, 224 с.
5. Виноградов А. И. Средние содержания химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры.—Геохимия, № 7, 1962, с. 555—571.
6. Лодочников В. Н. Серпентины и серпентиниты ильчирские и другие и петрологические вопросы с ними связанные.—Тр. ЦНИГРИ, вып. 38, ОНТИНКТП-СССР, 1936, 817 с.
7. Солодов Н. А., Балашев Л. С., Кременецкий А. Л. Геохимия лития, рубидия и цезия. М.: Наука, 1980, 333 с.
8. Штейнберг Д. С., Чащухин И. С. Серпентинизация ультрабазитов. М.: Наука, 1977, 312 с.
9. Turekian K. K., Wedepohl K. H. Distribution of the elements in some major units of Earth's crust. Bull. Geol. Soc. America, v. 72, № 2, 1961, p. 175—191.

Известия АН Армении. Науки о Земле, 1992, XLV, № 3, 41—52.

УДК:550.34 06:550.84

В. А. ИГУМНОВ, З. Г. СТЕПАНЯН

## О ПОГРЕШНОСТЯХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ РЕЖИМНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

В статье рассматриваются различные погрешности пробоотбора, анализа и интерпретации результатов при длительных геохимических наблюдениях, связанных с поисками геохимических предвестников землетрясений.

Поиск геохимических предвестников землетрясений связан с длительными режимными наблюдениями. Начальной стадией метрологических исследований подобных работ является оценка суммарных погрешностей и подбор оптимальных условий.

Длительные режимные наблюдения сопряжены с различными погрешностями, которые, условно, можно разделить на две большие группы: 1) погрешности, связанные с получением результатов; 2) погрешности, связанные с интерпретацией этих результатов.

Первая группа погрешностей возникает при: а) выборе объектов наблюдений; б) пробоотборе, включая и автоматизированные варианты; в) хранении проб; г) анализе проб, включая и автоматизированные варианты. С помощью различного рода контрольных операций первая

spite of the closeness of crystallochemical properties of Li and  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ , which form the ultramafites Fe—Mg silicates, the Li reveals a feeble dispersion in them and has a tendency to accumulate in the final products of the ultramafic magma crystallization i. e. in the pyroxenites and chromite ores.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абовян С. Б. Мафит-ультрамафитовые интрузивные комплексы офиолитовых поясов Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1981, 308 с.
2. Абовян С. Б. Габбро-перидотитовая формация офиолитовой серии Малого Кавказа.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, т. XLII, № 2, 1989, с. 9—20.
3. Гольдшмидт В. М. Геохимические принципы распределения редких элементов.— В кн.: Редкие элементы в изверженных горных породах и минералах. М.: Изд. ИЛ, 1952, с. 9—16.
4. Борисенко Л. Ф. Редкие и малые элементы в гипербазитах Урала. М.: Наука, 1956, 224 с.
5. Виноградов А. И. Средние содержания химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры.—Геохимия, № 7, 1962, с. 555—571.
6. Лодочников В. Н. Серпентины и серпентиниты ильчирские и другие и петрологические вопросы с ними связанные.—Тр. ЦНИГРИ, вып. 38, ОНТИНКТП-СССР, 1936, 817 с.
7. Солодов Н. А., Балашев Л. С., Кременецкий А. Л. Геохимия лития, рубидия и цезия. М.: Наука, 1980, 333 с.
8. Штейнберг Д. С., Чащухин И. С. Серпентинизация ультрабазитов. М.: Наука, 1977, 312 с.
9. Turekian K. K., Wedepohl K. H. Distribution of the elements in some major units of Earth's crust. Bull. Geol. Soc. America, v. 72, № 2, 1961, p. 175—191.

Известия АН Армении. Науки о Земле, 1992, XLV, № 3, 41—52.

УДК:550.34 06:550.84

В. А. ИГУМНОВ, З. Г. СТЕПАНЯН

## О ПОГРЕШНОСТЯХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ РЕЖИМНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

В статье рассматриваются различные погрешности пробоотбора, анализа и интерпретации результатов при длительных геохимических наблюдениях, связанных с поисками геохимических предвестников землетрясений.

Поиск геохимических предвестников землетрясений связан с длительными режимными наблюдениями. Начальной стадией метрологических исследований подобных работ является оценка суммарных погрешностей и подбор оптимальных условий.

Длительные режимные наблюдения сопряжены с различными погрешностями, которые, условно, можно разделить на две большие группы: 1) погрешности, связанные с получением результатов; 2) погрешности, связанные с интерпретацией этих результатов.

Первая группа погрешностей возникает при: а) выборе объектов наблюдений; б) пробоотборе, включая и автоматизированные варианты; в) хранении проб; г) анализе проб, включая и автоматизированные варианты. С помощью различного рода контрольных операций первая

группа погрешностей может быть оценена количественно. При достаточном количественном и временном разбросе контрольных операций может быть получен для соответствующего интервала наблюдений «коридор погрешностей», необходимый для корректной обработки временных рядов наблюдаемых компонентов.

Вторая группа погрешностей связана с различными математическими операциями, применяемыми для обработки временных рядов наблюдаемых компонентов, и с корреляцией этих рядов с сейсмическими событиями. Эта группа погрешностей труднее поддается количественной оценке и во многом зависит от идеологии наблюдений и обработки.

Результаты режимных наблюдений начинают формироваться не с отбора пробы, а с выбора объектов наблюдений и создания методических указаний. На первых этапах в каждом регионе, в зависимости от современных геолого-тектонических концепций, гидрогеологических условий, геофизических построений, аналитических традиций и т. д. методики исследований варьируют применительно к каждому объекту наблюдения.

Объекты наблюдений расположены вдоль основных разломов, близких к общекавказскому простиранию, являющихся и основными сейсмогенными структурами. Пункты Арарат и Суренаван приурочены к оперяющим структурам Ереванского глубинного разлома [1]. Каджаранские пункты (Лернадзор-2 и Лернадзор 13/83) расположены в зоне Анкавано-Зангезурского глубинного разлома [3]; эти разломы прослеживаются на территории Турции и Ирана. Такое расположение режимных скважин позволяет наблюдать за землетрясениями как на территории Армении, так и на сопряженных территориях Турции и Ирана, что было доказано различными геохимическими вариациями, связанными с Чалдыранским землетрясением 1976 г., Эрзрумским—1983 г. Северо-Иранским—1984 г. и др.

В дальнейшем проектируется и «площадное» распределение объектов режимных наблюдений—на территории Армении необходимо, по нашему мнению, не менее 10 пунктов «Площадное» распределение позволит увеличить количество информации и перекрывать результатами соседних скважин те скважины, которые не дают «отклика» на некоторые землетрясения. Однако, такой принцип размещения увеличивает трудности эксплуатации и интерпертации полученных результатов, что связано с размещением скважин в различных геолого-структурных зонах.

Все наблюдательные скважины, кроме Суренаванской, характеризуются довольно устойчивыми основными параметрами:  $Q$ —дебит;  $T$ —температура;  $ГФ$ —газовый фактор;  $M$ —минерализация; химический и газовый состав—за весь срок режимных наблюдений с 1979 г. по 1989 г. Ниже приводятся усредненные за период наблюдений характеристики каждой скважины, осуществление пробоотбора и измерение различных параметров.

*Арарат.*  $Q=0,25$  л/сек;  $T=23^{\circ}C$ ,  $ГФ=0,05$ ;  $M=1,5$  г/л;  $НСО_3$  Са;  $N_2$ ,  $СО_2$ , Ar, He. Пробоотбор осуществляется разводкой основного потока на штуцера при свободном излиянии без подпора. Ручной отбор—1 раз в сутки, автоматизированный—через газоотделитель—для измерения гелия в газовой фазе комплексом «Регион» 1 раз в час, и автоматизированный—для измерения растворенного в воде гелия комплексом «Прогноз» 1 раз в час. Автоматизированное измерение и запись скорости газоотделения, барометрического давления и температуры. Принудительное термостатирование ( $\pm 1^{\circ}C$ ).

*Суренаван.*  $Q=5$  л/сек;  $T=20^{\circ}C$ ;  $ГФ=0,5$ ;  $M=5$  г/л;  $Cl-НСО_3$ ,  $Na-Mg$ ;  $СО_2$ ,  $N_2$ , Ar, He,  $H_2$ . Ручной пробоотбор 1 раз в сутки. Измерение температуры, условного  $ГФ$  с помощью стандартной мерной посуды.

За время наблюдений в Суренаванской скважине обнаружены разнонаправленные тренды содержания растворенного гелия и минерали-

зации воды. С 1979 г. содержание гелия возросло с  $200 \cdot 10^{-5}$  мл/л до  $1300 \cdot 10^{-5}$  мл/л в 1989 г. при почти неизменном содержании растворенного и спонтанного  $\text{CO}_2$  и других газов. Минерализация за это время упала с 6 до 4,5 г/л при почти неизменном химическом составе. Для интерпретации этих трендов с 1987 г. к исследованиям подключены режимные наблюдения за составом инертных газов и их изотопными соотношениями.

В пункте Каджаран одним автоматизированным комплексом «Регион» осуществляется отбор, измерение и запись гелия из газовой фазы скважин Лернадзор-2 и Лернадзор 13/83. Скважины расположены в 4 м друг от друга.

*Лернадзор-2.*  $Q=0,7$  л/сек;  $T=16^\circ\text{C}$ ;  $\Gamma\Phi=0,005$ ;  $M=1,7$  г/л;  $\text{SO}_4$ — $\text{HCO}_3$  Ca—Na;  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ , Ar, He. Пробоотбор осуществляется разводкой основного потока на штуцера при свободном излиянии без подпора. Ручной отбор проб—1 раз в сутки, автоматизированный—через газоотделитель—для измерения гелия в газовой фазе комплексом «Регион» 1 раз в 2 часа. Принудительное термостатирование помещения осуществляется параллельно с естественным—за счет исследуемой воды ( $\pm 0,5^\circ\text{C}$ ). Измерение температуры и барометрического давления «ручное».

*Лернадзор 13/83*  $Q=0,01$  л/сек;  $T=13^\circ\text{C}$ ;  $\Gamma\Phi=0,65$ ;  $M=3$  г/л;  $\text{HCO}_3$  Na;  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ , Ar, He,  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ . Пробоотбор ручной—1 раз в 3 суток, автоматизированный—1 раз в 2 часа—через газоотделитель—для измерения гелия в газовой фазе комплексом «Регион». Нужно отметить, что для ручного и автоматизированного отбора забирается весь объем воды. Измерение температуры и барометрического давления «ручное». При поисках количественных значений показателей точности измерений нами проведены некоторые экспериментальные исследования на режимных объектах. Сюда относятся параллельные измерения в ручном и автоматизированных вариантах в разных временных интервалах и с разным шагом опроса: «суточные ходы» (включающие исследования влияния искусственных взрывов, имитирующих близкие землетрясения), «месячные ходы», исследования при разных конструкциях газоотделителей, исследования при измененных параметрах коммуникаций и т. д. При экспериментах, в зависимости от установленных погрешностей, уточнялись требования к методам режимных наблюдений, приборам и конструкциям и, соответственно, изменялись методики режимных наблюдений, параметры приборов и т. д.

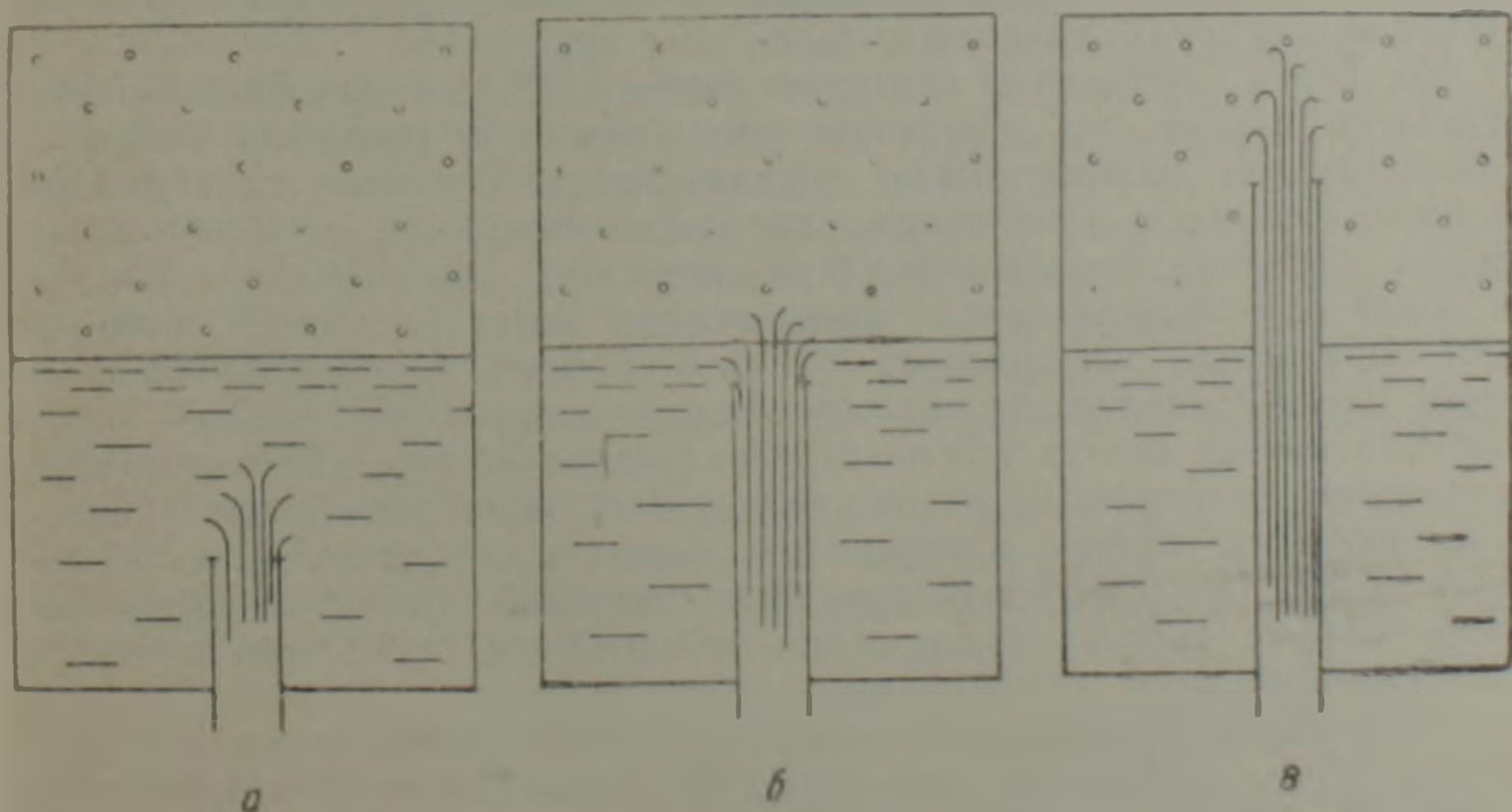


Рис. 1. а. Низкий ввод исследуемой воды в газоотделитель по отношению к границе газ-вода. б. Ввод исследуемой воды в газоотделитель непосредственно под границей газ-вода. в. Ввод исследуемой воды в газоотделитель выше границы газ-вода.

При описании различных погрешностей на всех стадиях исследований и экспериментов, позволяющих оценить эти погрешности, остановимся на наиболее общих для всех скважин.

Пробоотбор. Зависимость аналитического сигнала гелия от скорости газоотделения в камере газоотделителя при автоматическом напуске водной пробы. Эксперимент поставлен на скважинах Лернадзор-2, Лернадзор 13/83, Арарат. В первом случае (рис. 1а) ввод исследуемой воды гораздо ниже поверхности раздела газ-вода. Накопление газа: Лернадзор-2=0,028 мл/сек; Лернадзор 13/83=4,0 мл/сек; Арарат=0,045 мл/сек. Во втором случае (рис. 1б) ввод исследуемой воды под границей раздела газ-вода. Накопление газа: Лернадзор-2=0,067 мл/сек; Лернадзор 13/83=1,0 мл/сек; Арарат=0,083 мл/сек. В третьем случае (рис. 1в) ввод исследуемой воды над поверхностью раздела газ-вода. Накопление газа: Лернадзор-2=0,67 мл/сек; Лернадзор 13/83=4,44 мл/сек; Арарат=0,72 мл/сек. На первый взгляд, третий случай наиболее подходящий для накопления газа в камере газоотделителя. Однако, в третьем случае почти в три раза быстрее забиваются отверстия газового сопла, в результате осаждения разных веществ, чем в первом случае, и необходима более частая промывка газоотделителей. Для выбора оптимального варианта необходимо учитывать: а) за время дегазации в камере должно накопиться достаточно гелия, чтобы пик гелия рисовал ровную «полку»; б) чтобы за цикл: продувка-напуск пробы-продувка-напуск пробы-продувка, количества гелия хватало на два пика для избавления от погрешностей одного пика; в) время отбора и анализа гелия (шаг опроса) должно быть скорректировано с временем вхождения ИНГЕМов в режим. Поэтому объем камеры в газоотделителе и положение ввода исследуемой воды разное для всех скважин и зависит еще от времени установки сигнала гелия в ИНГЕМах автоматизированных установок. Так, для скважины Лернадзор 13/83 время установки сигнала не менее 1,5 мин., Лернадзор-2—не менее 1 мин., Арарат—не менее 30 с.

До 1986 г. продувка осуществлялась с помощью компрессора, однако периодическое включение и выключение компрессора явилось причиной дрейфа и флуктуаций нулевой линии. Поэтому, после 1986 г. откачка гелия из датчиков ИНГЕМов осуществляется разрежением, создаваемым исследуемой водой с помощью эжекторного устройства.

Слабые, но довольно устойчивые тренды уменьшения сигнала гелия во многом зависят от различных «загрязнений» как в самом стволе скважины, так и в коммуникациях, клапанах, камерах напуска ИНГЕМов, камерах газоотделителей и т. д.

Так, перед Спитакским землетрясением 1988 г. в скважине Арарат проявилось слабое, но устойчивое уменьшение содержания гелия, с первого взгляда напоминающее «предвестник». Однако, это уменьшение было связано с изменением гидродинамических параметров в результате заиливания фильтровой части скважины. Уменьшение содержания гелия шло параллельно с уменьшением дебита и напора, измеряемого образцовым манометром. На рис. 2 представлено уменьшение напора перед Спитакским землетрясением: резкое увеличение—после основного толчка (почти в 2 раза). Увеличение напора корректируется увеличением температуры на нижней кривой, характеризующей увеличение основного потока минеральной воды и, соответственно, содержания гелия. Периодическая прокачка скважины позволяет корректировать слабые тренды уменьшения содержания гелия, связанные с гидродинамическими изменениями.

Различные вариации и тренды содержания гелия из разных фаз появляются в результате «загрязнений» узлов автоматизированных установок: коммуникаций, клапанов, газоотделителей, мембраны ИНГЕМов и т. д. При измерении гелия из газовой фазы основные погрешности возникают при загрязнении клапанов, газоотделителей и камер напуска ИНГЕМов. Для начальных стадий осаждения основную роль играет удаление  $\text{CO}_2$  из анализируемой воды. Среди осадков для

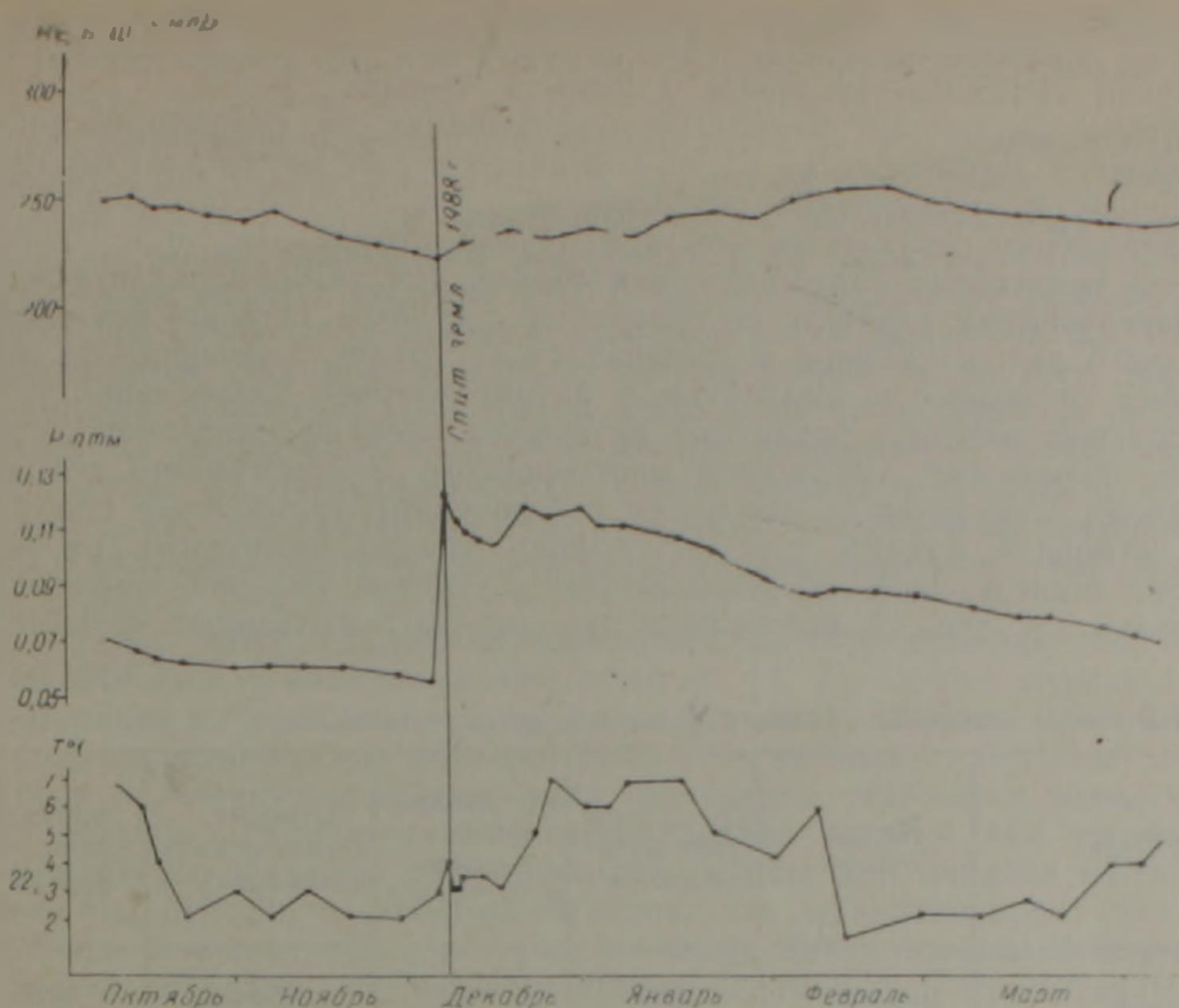


Рис. 2. Изменение напора, температуры и содержания гелия в Араратской скважине перед и после Спитакского землетрясения 1988 г.

минеральных вод Арарат, Лернадзор-2 и Лернадзор 13/83 основную роль играют карбонаты, гидроокись железа, различные сульфиды и т. д. Совместно с осаждением идут процессы соосаждения микроэлементов, особенно металлов. При образовании активной поверхности, особенно аморфных сульфидов, например гидротроилита, начинаются процессы адсорбции. Для исследуемых вод все эти процессы идут с разной скоростью и интенсивностью. Загрязнение осадками клапанов, газоотделителей приводит к уменьшению эксплуатационных сечений коммуникаций, в результате чего начинается сильный дрейф и флуктуации нулевой линии и полезного сигнала. В результате загрязнения появляется слабый тренд «уменьшения» содержания гелия в автоматизированной записи. Экспериментальными работами показано, что «уменьшение» содержания гелия, измеряемого в газовой фазе, достигает 1,0—1,5% в месяц для Арарата, 2,5% в месяц для Каджаранских скважин. Таким образом, оптимальные сроки промывки клапанов и газоотделителей для разных скважин следующие: Арарат—не менее 1 раза в 30 дней, Лернадзор-2—не менее 1 раза в 30 дней, Лернадзор 13/83—не менее 1 раза в 15 дней.

При измерении гелия из газовой фазы, несмотря на предварительное газоотделение, микрокапли воды вместе с газом проникают в камеру напуска ИНГЕМов автоматизированных установок. Осадки и загрязнения мембран уменьшают чувствительность датчиков. Параллельные контрольные измерения исследуемых газов и эталонов на ИНГЕМах в автоматизированных установках и резервных ИНГЕМах позволили установить оптимальные сроки промывок камер ИНГЕМов автоматизированных установок: Арарат—не менее 1 раза в 3 месяца, Каджаранские скважины—не менее 1 раза в 6 месяцев, причем в Арарате основными загрязнителями являются карбонаты, в Каджаране—смесь из карбонатов, гидроокиси железа и сульфидов.

Контрольными опытами при измерении растворенного в воде гелия на скважине Арарат доказан оптимальный срок промывки камеры напуска ИНГЕМа—не менее 1 раза в неделю.

При длительных режимных наблюдениях из различных метрологических характеристик воспроизводимость результатов играет главную роль, и автоматизация наблюдений позволяет получать более воспроизводимые результаты, чем при ручном отборе. Из табл. 1 видно резкое уменьшение вариаций гелия (более, чем на порядок) при автоматизированном варианте по сравнению с ручным. Однако, без параллельного ручного отбора и анализа проб, трудно расшифровать различные погрешности, связанные с автоматизацией наблюдений. Так, устойчивые тренды в различные интервалы времени (например, устойчивое повышение содержания растворенного и спонтанного гелия в скважине Суренаван за все время наблюдений), полученные при ручном отборе и анализе при соблюдении правил метрологии на всех этапах исследований, свидетельствуют об общей внешней причине, в то время как тренды, полученные при автоматизированных вариантах,

Таблица 1

Сравнительное измерение гелия в ручном и автоматизированном вариантах, 1985 г

Пункт	Метод отбора	Ср. содерж. гелия $\cdot 10^{-5}$ мл л, х	Ср. квадратичное отклонен. $\cdot 10^{-5}$ мл/л	Относит. станд. отклон. (вариация), %	Вариация, отношен. руч авт
Арарат	ручной автомат	290,0	6,2	2,14	16,5
		285,0	0,37	0,13	
Каджаран (Лернадзор - 2)	ручной автомат	1500,0	37,5	2,50	19,2
		1550,0	2,1	0,13	

могут указывать и на различные погрешности наблюдений. А в экстремальных случаях, например в случае Спитакского землетрясения, материал по записи гелия из газовой фазы без корректировки на пробы, полученные при ручном отборе, невозможно было бы интерпретировать. При резком увеличении напора и дебита в Араратской скважине непосредственно после Спитакского землетрясения, газоотделитель, рассчитанный на гидродинамические условия до землетрясения, стал пропускать воду в камеру напуска ИНГЕМа, что вызвало резкие флуктуации нулевой линии и полезного сигнала. В скважине Лернадзор-2 после Спитакского землетрясения валовое содержание гелия резко уменьшилось (почти в 5 раз), и количества гелия, накапливаемого в газоотделителе старой конструкции, не хватало на два пика за цикл, рассчитанный по количеству гелия, поступавшего до землетрясения. Корректировка на ручной отбор позволила не потерять информацию, полученную в автоматизированном варианте. В этих случаях погрешности автоматизированного варианта были связаны с резким изменением гидродинамических условий и не зависели от системы записи: на ленту КСП-4, на магнитную ленту или вывод на цифропечать.

К погрешностям автоматизированных систем относятся и погрешности несоблюдения температурных условий в коммуникациях, помещении, камере ИНГЕМа и т. д. При автоматизированном измерении и записи температуры исследуемой воды и помещения есть возможность скорректировать «температурные вариации», если нет скачкообразных изменений температуры. При отсутствии автоматизированной записи температуры приходится прибегать к довольно сложному искусственному термостатированию коммуникаций и помещения. Так, на пункте Каджаран осуществлено тройное термостатирование: а) слоистые стенки помещения—шлаковая засыпка, бетон, пенопласт, фанера; б) обогрев помещения зимой и охлаждение летом испытуемой водой (+16°C); в) поддержание постоянной температуры в камере, где

помещен ИНГЕМ, с помощью терморегулятора. С помощью такого термостатирования удастся сохранять относительно постоянную температуру— $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$  в год.

Значительные погрешности автоматического измерения и записи концентрации гелия возникают при различных изменениях в электропитании, поэтому сетевое электропитание на наблюдательных пунктах забуферено щелочными аккумуляторами большой емкости для того, чтобы эксплуатируемые ИНГЕМы не выходили из режима. Однако, при отключении сетевого электропитания запись на КСП-4 не производится, так как мощности аккумуляторов не хватает для непрерывной работы КСП-4. Выход здесь видится в переводе системы записи на автономное питание с малым энергопотреблением, например, запись на магнитную ленту. Такой перевод необходим и по той причине, что при записи на КСП возникают погрешности, связанные с нестандартными лентами, с различными электрическими «наводками» на КСП и т. д.

Ручной отбор и хранение проб производились согласно существующим ГОСТам и различным инструкциям [4, 7]. Пробы воды и газов отбирались и хранились в стеклянных бутылках, объемом 0,5 и 0,33 л, закрытых резиновыми пробками № 16 «под шпильку». Бутылки хранились в перевернутом виде и были перетянуты резиновым кольцом, не позволявшим окончательного выдавливания пробки при изменении температуры. В таком виде хранились пробы для анализа макрокомпонентов, рН, Eh, растворенного гелия, для дегазации проб. При соблюдении температурного режима (не более  $25^{\circ}\text{C}$ ) нормально закрытые бутылки сохраняли неизменным состав до 10 суток. Пробы воды для анализа микрокомпонентов (фтор, кремниевая кислота и др.) отбирались и хранились в полиэтиленовой посуде (250—300 мл), предварительно очищенной 20% HCl и 20% HNO<sub>3</sub> и промытой бидистиллированной водой. Процессы сорбции-десорбции на полиэтилене различных микроэлементов, например, кремния, при наших содержаниях (Суренаван—до 140 мг/л H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>, Арарат—до 50 мг/л) вносят незначимые погрешности в вариации этих компонентов в различные временные интервалы.

При длительных режимных наблюдениях, например в нашем случае временной интервал более 10 лет, появилась возможность оценить некоторые погрешности, возникающие при аналитических работах, для последующей корректировки результатов. Анализы производились в соответствии с общепринятыми ГОСТами [2]. Общие принципы аналитических работ сводились к следующим. Все определения компонентов старались проводить в интервале концентраций, который соответствует линейной зависимости аналитического сигнала от концентрации или близок к таковой. Внутрилабораторный контроль осуществлялся не менее одного раза в месяц, межлабораторный контроль (в ИГИ АН Армении, ИИИКиФ Минздрава Армении)—не реже 2 раз в год. Калибровочные растворы старались подбирать таким образом, чтобы проводить прямые измерения в наблюдаемых водах, исключив по возможности операции пробоподготовки: разбавление, выпаривание, экстракция и т. д. Этому способствовала и малая минерализация (до 5 г/л) всех испытуемых вод. Уменьшению погрешностей анализа и повышению воспроизводимости способствовало использование реактивов марок «х. ч.» и «ч. д. а.», использование калиброванной посуды, стабильность температурных условий анализа, сохранение «старых» проб и повторно-параллельные измерения «старых» и «новых» проб одной и той же воды при приготовлении нового буферного раствора и т. д.

При определении гидрокарбонат-иона (титрование 0,1 NHCl, индикатор метил-оранж) основные погрешности приходятся на последнюю стадию титрования, когда резко возрастает роль последней капли. Различными экспериментальными работами воспроизводимость анализов по HCO<sub>3</sub> Суренаванской воды доведена до 2%, т. е. погреш-

ность, связанная с титрованием, не превышает 0,8 мг/экв. Соответствующие погрешности при определении  $\text{HCO}_3^-$  для Араратской воды — не более 2,5%, воды скважины Лернадзор-2 — не более 3%. Устранены погрешности, связанные с изменением нормальности реагента во времени и количеством добавляемого метил-оранжа. Здесь же нужно отметить, что общепринятая методика определения  $\text{HCO}_3^-$  [2] не дает верных результатов в присутствии анионов других слабых кислот («титруемая щелочность»), что приводит к завышению результатов по  $\text{HCO}_3^-$  и, соответственно, к погрешностям при проверке правильности анализа по сходимости сумм в эквивалентной форме катионов и анионов ( $\text{Na} + \text{K}$  — расчетный вариант,  $\text{Na}$  и  $\text{K}$ , определенные с помощью пламенного фотометра). В качестве поправки на содержание анионов других слабых кислот применялись результаты обратного титрования воды щелочью до исходного рН. Для маломинерализованных вод (Арарат, М до 1,5 г/л; Лернадзор-2, М до 1,8 г/л) погрешности, связанные с использованием метода «титруемой щелочности» и, соответственно, при проверке правильности анализа по сумме катионов и анионов, меньше почти в 2 раза, чем для вод средней минерализации (Суренаван, М до 5 г/л).

Основные погрешности при определении хлор-иона титрованием 0,1 N азотнокислым серебром с индикатором — хроматом калия приходится на заключительную стадию титрования и объясняются ошибками, связанными с изменением нормальности титранта. Экспериментальными работами воспроизводимость результатов анализа при определении хлор-иона доведена для Суренаванской воды — 3,0% (0,5 мг/экв), Араратской — 4,0% (0,05 мг/экв), Лернадзор-2 — 3,5% (0,1 мг/экв).

Сульфат-ион определяется титрованием 0,1 N хлористым барием в присутствии этанола, индикатор — калий ортоиндоловый. Титрование производится после пропускания исследуемой воды через колонку с катионитом КУ-2. Основные погрешности при определении сульфат-иона связаны с ошибками титрования и насыщением катионита. Экспериментальными работами установлено оптимальное время промывки катионита — 7—10 дней для разных вод — и воспроизводимость результатов анализа доведена по Суренаванской воде до 5% (0,5 мг/экв), Араратской — до 10% (0,1 мг/экв), Лернадзор-2 — до 11% (0,5 мг/экв).

При определении кальций-иона титрованием трилоном-Б с индикатором-флюорексоном основная погрешность связана с задержкой времени титрования после добавления щелочи (KOH). Нормальность титранта при соблюдении необходимых условий сохраняется длительное время. Воспроизводимость результатов анализа кальций-иона доведена для всех исследуемых вод до 2,0%. При определении суммы кальций-магний ионов титрацией трилоном-Б с индикатором — эриохромом черным основные погрешности связаны с сохранностью буфера (KOH,  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ). Воспроизводимость результатов анализа при определении суммы  $\text{Ca} + \text{Mg}$  достигнута для Суренаванской воды — 2%, Араратской — 9%, Лернадзор-2 — 11%. При прямых контрольных анализах магний-иона с помощью атомной абсорбции (AAS-1) основные погрешности возникают при загрязнении газов. Давление газа постепенно ослабевает из-за увеличения вязкости серной кислоты, используемой для очистки ацетилена. Несколько заниженные результаты (до 3—5%) при определении иона магния в неразбавленной Суренаванской воде получаются из-за присутствия кремниевой кислоты и фосфатов. Разбавление в 50—100 раз практически уничтожает эти погрешности, но ухудшает сходимость результатов атомно-абсорбционного определения магния. Это не позволяет на данном этапе применять атомно-абсорбционное прямое определение магния при режимных наблюдениях, так как воспроизводимость результатов этим методом уступает воспроизводимости при определении титрованием суммы  $\text{Ca} + \text{Mg}$ .

При определении  $\text{Na}$  и  $\text{K}$  методом пламенной фотометрии основные погрешности возникают из-за слабой воспроизводимос-

ти при приготовлении новых калибровочных растворов, даже на базе серийных ГСОРМов. Правильность анализа проверяется и расчетным путем ( $Na+K$ ) при общем анализе воды. Лучшая сходимость результатов ( $Na+K$ ) расч. и  $Na$ ,  $K$ , определенные методом ПФМ, наблюдается для вод с низкой минерализацией ( $M < 3 \text{ г/л}$ ) хлоридно-гидрокарбонатного кальциево-натриевого типа (Арарат, Лернадзор-2), т. е. погрешности при определении  $Na$  и  $K$  методом ПФМ для этих вод меньше ( $< 4\%$ ), чем для Суренаванской воды ( $\sim 6\%$ ).  $Na$  и  $K$  в Араратской воде и в Лернадзор-2 определяются без разбавления. Суренаванская вода разбавляется вдвое. Для всех вод основным мешающим при определении  $Na$  и  $K$  методом ПФМ является ион  $Ca$ , так как исследуемые воды характеризуются отношениями  $Ca:Na$  и  $Ca:K \geq 10$ . При определении  $K$  мешающим является также ион  $Na$ , так как для исследуемых вод характерно соотношение  $Na:K \geq 5$ . Для поправок при построении калибровочных графиков в стандартные растворы вводились соответствующие количества мешающих ( $Ca$ ,  $Na$ ) или пользовались методом добавок определяемого элемента в анализируемую пробу.

Редкие контрольные анализы микрокомпонентов (плазменный спектрометр, атомно-абсорбционный спектрофотометр, фотоэлектрориметр, ионно-селективные электроды) отягощены значительными (до 50%) погрешностями из-за трудновоспроизводимых условий анализа очень малых содержаний компонентов. Удовлетворительная воспроизводимость достигнута пока только для фтора.

Фтор-ион определяли с помощью фторидного ионоселективного электрода. При работе с ИСЭ из всех характеристик, важных для получения воспроизводимых результатов, основные: а) избирательность (селективность); б) устойчивость используемых растворов во времени; в) устойчивость мембраны электрода к исследуемым агрессивным ( $CO_2$ ,  $H_2S$  и т. д.) водам; г) постоянство потенциометрических факторов ( $pH$ , ионная сила,  $T^\circ C$  и т. д.). Все исследуемые воды имеют слабокислую реакцию ( $pH$  от 6,0 до 6,8) и попадают в оптимальные для работы с ИСЭ пределы  $pH$ , от 4,0 до 8,0. Потенциалы измеряются на  $pH$ -метрах, иономере с точностью до 0,1 или 0,5 мВ при постоянной ионной силе. Основными мешающими для определения фтор-иона в исследуемых водах являются ионы  $Ca$  (II),  $Al$  (III),  $SO_4^{-2}$ . Мешающее влияние устраняли специальными буферными системами. Различными экспериментальными работами воспроизводимость эксплуатируемых фторидных ионоселективных электродов доведена до 3%, такой уровень стабилен не менее 2-х лет.

Различного типа погрешности возникают при интерпретации результатов единичного объекта: наблюдении на одной скважине, измерении одним прибором, наблюдении только за одним газом или одной фазой и т. д. Так, в Каджаране в одну и ту же автоматическую установку вводится газ из двух скважин, расположенных в 4-х м друг от друга. Почти одинаковая глубина, сходный геологический разрез, но разный химический и газовый составы, позволяют более корректно интерпретировать концентрационные аномалии, связанные с изменением массопереноса или с процессами фазовых перераспределений в самих скважинах. Одновременные с гелием наблюдения за  $CO_2$ , являющимся основным газом-носителем, позволяют выделять «чисто гелиевые вариации» на фоне вариаций, характеризующих основной газовый поток. При анализе углекислого газа важно знать реальное распределение  $CO_2$  между спонтанной и растворенной фазами. Поэтому измеренное газохроматографически (ЛХМ-8МД)  $CO_2$  спон. и — с помощью баритовой зарядки  $CO_2$  раств. обязательно контролируются методом анализа равновесного пара [6]. Чтобы избавиться от погрешностей при наблюдении одним прибором, на скважине Арарат одновременно функционируют два ИИГЕМа в автоматизированных установках «Прогноз» и «Регион». На рис. 3 представлен график изменений концентраций растворенного в воде и в газовой фазе гелия в Ара-

ратской воде за три месяца перед Спитакским землетрясением. Шаг опроса каждой фазы 1 раз в час, график построен по среднесуточным значениям. Изменения концентраций гелия в отдельных фазах (в газовой и водной) выглядят как синусоидальные вариации в противофазе, в то время как изменение валового содержания гелия подчиняется другому закону распределения. На рис. 3 изменение валового содержания гелия показано осредняющей кривой. При совместном исследовании двух фаз явными становятся процессы перераспределения гелия между водной и газовыми фазами, происходящие в самом стволе скважины или околоскважинном пространстве, а не процессы массопереноса, связанные со смещением различных горизонтов вод. Параллельное и одновременное изучение химического состава Араратской воды подтверждает этот вывод.

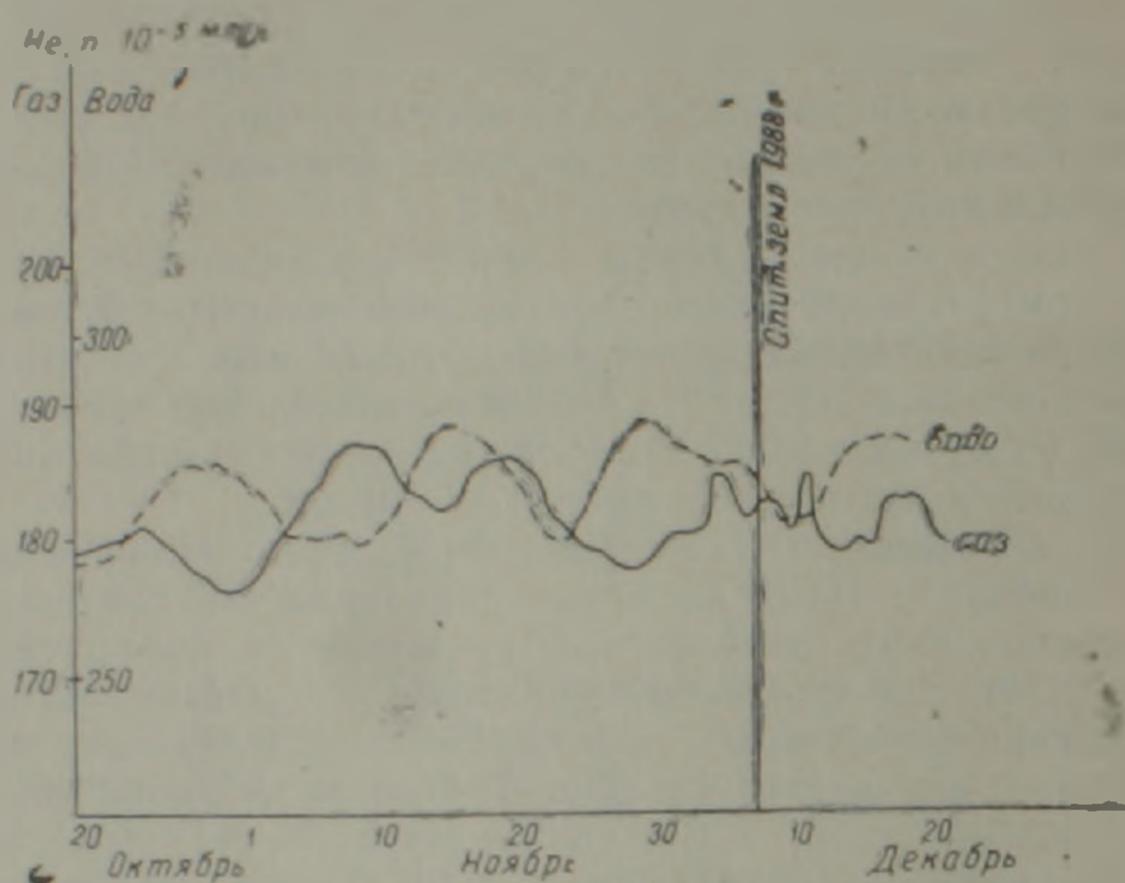


Рис. 3. Распределение гелия в газовой и водной фазах Араратской скважины перед Спитакским землетрясением 1988 г.

Вторая основная группа погрешностей связана с интерпретацией результатов, применением методов математического моделирования и т. д. Эти погрешности более разнообразны, чем классифицируемые погрешности первой группы, поэтому необходимо знать этап, вносящий максимальные погрешности и требующий совершенствования методических исследований.

Приведем несколько примеров, показывающих, как меняется интерпретация результатов в зависимости от выбранного интервала времени. Проведя множественную корреляцию между наблюдаемыми параметрами (исследовались макрокомпоненты, pH, Eh, фтор и растворенный гелий), с помощью факторного и кластерного анализов за шестилетний период, предшествующий Спитакскому землетрясению 1988 г., были получены характерные «классы», протяженностью до 3-х месяцев, со своим набором основных факторов и нагрузками на эти факторы. Эти «классы» предшествовали и другим землетрясениям за этот период (Эрзрумское 1983 г., Ереванское 1984 г.). Введя в эти расчеты результаты за 6 месяцев, полученные после Спитакского землетрясения, мы получили новые «классы» с новыми факторными нагрузками. Отсюда следует вывод, что для более корректной интерпретации полученных «классов» необходимо вводить в расчеты результаты, полученные после Спитакского землетрясения в интервале времени, соизмеримом с подобным — до землетрясения.

Иногда в качестве «предвестниковых вариаций» пользуются «ха-

рактарным снижением» концентраций исследуемых компонентов перед землетрясением и—«характерным подъемом» после землетрясения. Рассмотрим в качестве примера изменение содержания гелия перед Спитакским землетрясением в скважине Арарат, измеренного в автоматическом режиме. Интервал в 6 месяцев перед землетрясением показал «характерное снижение» концентраций гелия с  $285.10^{-5}$  мл/л до  $275.10^{-5}$  мл/л (по среднемесячным) и подъем после землетрясения до  $280.10^{-5}$  мл/л. Взяв интервал в один год (1988 г.) перед землетрясением, мы получим в течение первых 6-ти месяцев «характерный подъем» с  $250.10^{-5}$  мл/л до  $285.10^{-5}$  мл/л и затем—«характерное снижение». Увеличив интервал до 3-х лет перед землетрясением, мы получим новую «предвестниковую» вариацию: подъем и удерживание концентрации гелия в течение 1985 г. и 1986 г. на уровне  $260.10^{-5}$  мл/л (по среднемесячным), падение концентрации до  $240.10^{-5}$  мл/л в 1987 г., затем повторяется картина 1988 г. Подобная долгопериодная вариация прослеживалась в Араратской воде и перед Эрзрумским землетрясением 1983 г., что увеличивает достоверность расчетов подобного интервала времени.

В заключение можно сказать, что изучение таких погрешностей и борьба с ними являются необходимым разделом метрологических исследований, позволяющим оперировать полученным «коридором погрешностей» для более достоверной интерпретации различных аномалий, наблюдаемых в процессе режимных наблюдений.

Для режимных наблюдений, включая и автоматизированные варианты, «нормы точности измерений» специфичны и должны базироваться на довольно продолжительных временных интервалах измерений, не менее 3—5 лет, и с шагом опроса у нас—не менее 1 раза в сутки, позволяющим учитывать разнопериодные вариации. Для метрологической аттестации режимных наблюдений необходима регламентированная программа, подобная [5]. При разработке такой программы значительное внимание следует уделить обоснованности процедур и нормативов контроля точности наблюдений, особенно при использовании нестандартизированных средств измерений (например, ИНГЕМ-1, автоматизированные комплексы «Регион», «Прогноз» и т. д.).

АрмНИГС ГЕОХИ  
АН РФ

Поступила 3.V.1990.

Վ. Ա. ԻԿՈՒՄԵՆՈՎ, Զ. Կ. ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ

ՆՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԻՖԵԺԻՄԱՅԻՆ ԴԻՏԱՐԿՈՒՄՆԵՐԻ ՍԽԱԼՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

### Ա մ փ ո լ փ ո լ մ

Ծրկրաշարժերի երկրաբանական կանխագուշակների որոնման երկարաժամկետ ուժեղացումն դիտարկումները շարժապատկեր են տարբեր սխալների հետ, որոնք կարելի է պայմանականորեն միավորել երկու խոշոր խմբերի մեջ՝

1. Արդյունքների ստացման հետ կապված սխալներ,
2. Արդյունքների մեկնաբանման հետ կապված սխալներ:

Նմուշարկման և վերլուծության ավտոմատացված համակարգերի կիրառմամբ կարելի է զգալիորեն նվազեցնել առաջին խմբի սխալները, իսկ երկրորդ խմբի սխալների նվազեցումը կապված է արդյունքների մաթեմատիկական մշակման նորագույն եղանակների կիրառման հետ:

ON THE ERRORS OF GEOCHEMICAL REGIME OBSERVATIONS

Abstract

Different errors of sampling, analysis and results interpretation during long term observations connected with the earthquakes geochemical precursors search are considered in this paper

ЛИТЕРАТУРА

1. Асланян А. Т. Региональная геология Армении. Ереван: АйпетраТ, 1958. 186 с.
2. Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. ГОСТ 23268.0—78—ГОСТ 23268. 18—78. М.: Госстандарт, 1978, с. 7—92.
3. Габриелян А. А. Тектоническая карта и карта интрузивных формаций Армянской ССР (объяснительная записка). Ереван: Митк, 1968. 42. с.
4. Инструкция по методике и технике проведения водно-гелиевой съемки. Л.: Мингео СССР, 1975, с. 11—24.
5. Метрологическая аттестация методов выполнения измерений содержания компонентов проб веществ и материалов. ГОСТ 8.505—84 М.: Госстандарт, 1984, с. 5—12.
6. Хахенберг Х., Шмидт А. Газохроматографический анализ равновесной паровой фазы. М.: Мир, 1979, с. 17—42.
7. Яницкий И. Н. Гелиевая съемка. М.: Недра, 1979, с. 25—51.

Известия АН Армении, Науки о Земле, 1992, XLV, № 3. 52—59.

УДК 911.9.504.03(479.25)

Գ. Ր. ԳՐԻԿՈՐՅԱՆ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ՀԱՏՈՒԿ ՊԱՀՊԱՆՎՈՂ ԻՆՎԿԱՆ ՏԱՐԱԾՔՆԵՐԻ ՑԱՆՑԻ ԿԱՏԱՐԵԼԱԳՈՐԾՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

Հանրապետության սահմաններում կազմակերպված հատուկ պահպանվող բնական տարածքների ցանցը չի ներառում պահպանման կարիք չգտնող բոլոր բնական բարձրարժեք առաջացումները, և բացի այդ, գիտականորեն հիմնավորված չեն նրանց սահմանազատումները:

Հողվածում բնարկվում են հատուկ պահպանվող բնական տարածքների առանձնացման ու բնապահպանական ձևերի ընտրման լանդշաֆտաաշխարհագրական սկզբունքները, մասնաչորապես պահպանվող տարածքների ֆունկցիոնալ սահմանազատումների ժամանակ ավագանային մեթոդի կիրառման անհրաժեշտությունը:

Նման տարածքների լայն ցանցի և ֆունկցիոնալ ձևերի ճիշտ ընտրումը կնպաստեն վրձուելու նաև երկրալկոլոգիական հարցերը:

Մարդկությանը հուզող մասնանակակից սոցիալ-սինտեսական կարևորագույն պրոբլեմներից մեկը շրջակա միջավայրի պահպանումն է: Դրան են նվիրված գիտական մտքի ջանքերը, ինչպես և նյութական հսկայական ծախսումները: Բանը նրանումն է, որ գիտական և տեխնիկական նվաճումները հնարավորություն են ընձեռնել լայն մասշտաբներով օգտագործելու բնական ուսուրսները, արտադրական ոլորտ ընդգրկելով նորանոր տարածքներ: Այդ բոլորն իրենց հերթին բերում են բնական միջավայրի կայուն վիճակի խախտում:

ON THE ERRORS OF GEOCHEMICAL REGIME OBSERVATIONS

Abstract

Different errors of sampling, analysis and results interpretation during long term observations connected with the earthquakes geochemical precursors search are considered in this paper

ЛИТЕРАТУРА

1. Асланян А. Т. Региональная геология Армении. Ереван: Айпетраг, 1958. 186 с.
2. Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. ГОСТ 23268.0—78—ГОСТ 23268. 18—78. М.: Госстандарт, 1978, с. 7—92.
3. Габриелян А. А. Тектоническая карта и карта интрузивных формаций Армянской ССР (объяснительная записка). Ереван: Митк, 1968. 42. с.
4. Инструкция по методике и технике проведения водно-гелиевой съемки. Л.: Мингео СССР, 1975, с. 11—24.
5. Метрологическая аттестация методов выполнения измерений содержания компонентов проб веществ и материалов. ГОСТ 8.505—84 М.: Госстандарт, 1984, с. 5—12.
6. Хахенберг Х., Шмидт А. Газохроматографический анализ равновесной паровой фазы. М.: Мир, 1979, с. 17—42.
7. Яницкий И. Н. Гелиевая съемка. М.: Недра, 1979, с. 25—51.

Известия АН Армении, Науки о Земле, 1992, XLV, № 3. 52—59.

УДК 911.9.504.03(479.25)

Գ. Ր. ԳՐԻԿՈՐՅԱՆ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ՀԱՏՈՒԿ ՊԱՀՊԱՆՎՈՂ ԻՆՎԿԱՆ ՏԱՐԱԾՔՆԵՐԻ ՑԱՆՑԻ ԿԱՏԱՐԵԼԱԳՈՐԾՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

Հանրապետության սահմաններում կազմակերպված հատուկ պահպանվող բնական տարածքների ցանցը չի ներառում պահպանման կարիք չգտնող բոլոր բնական բարձրարժեք առաջացումները, և բացի այդ, գիտականորեն հիմնավորված չեն նրանց սահմանազատումները:

Հողվածում բնարկվում են հատուկ պահպանվող բնական տարածքների առանձնացման ու բնապահպանական ձևերի ընտրման լանդշաֆտաաշխարհագրական սկզբունքները, մասնաչորապես պահպանվող տարածքների ֆունկցիոնալ սահմանազատումների ժամանակ ավագանային մեթոդի կիրառման անհրաժեշտությունը:

Նման տարածքների լայն ցանցի և ֆունկցիոնալ ձևերի ճիշտ ընտրումը կնպաստեն վրձուելու նաև երկրակոյուղիական հարցերը:

Մարդկությանը հուզող մասնականակից սոցիալ-տնտեսական կարևորագույն պրոբլեմներից մեկը շրջակա միջավայրի պահպանումն է: Դրան են նվիրված գիտական մտքի ջանքերը, ինչպես և նյութական հսկայական ծախսումները: Բանը նրանումն է, որ գիտական և տեխնիկական նվաճումները հնարավորություն են ընձեռնել լայն մասշտաբներով օգտագործելու բնական ուսուրսները, արտադրական ոլորտ ընդգրկելով նորանոր տարածքներ: Այդ բոլորն իրենց հերթին բերում են բնական միջավայրի կայուն վիճակի խախտում:

Բնական հումքի խոշոր աղբյուրների աստիճանական նվազումը պայման է հանդիսացել սակավ քանակի ու որակի՝ անցյալում շօտագործվող, հումքանյութերի և նրանցով բռնված տարածքների արտադրության մեջ բնագործման: Սակայն երբեմն նման տարածքներն ունեն էքստրեմալ պայմաններ կամ եզակի բնական համալիրներ, դրանցից անգամ աննշան շափերով կենսածին ռեսուրսների օգտագործումը բերում է միջավայրի վիճակի կտրուկ վատթարացման:

Ինչպես վկայում են Իրկրի մասին գիտությունները, երկրագնդի տարրերի մասերում բնական միջավայրի հավասարակշռված վիճակը արդյունք է նրա առանձին տարրերի և բաղադրամասերի (էկոսիստեմների) համադրված զարգացման ու փոփոխման որոշակի դինամիկական ընթացքի, նթն փոփոխությունները վերականգնվող են, բնությունը կարողանում է պարզացման ընթացքում բուժել իր «վերքերը»՝ վերականգնել բնական միջավայրի հավասարակշռությունը: Սակայն մարդկային գործունեության պատճառով այսօր, բնական համալիրների խափանումները անվերադարձ են: Շատ վայրերում ստեղծվել են ճգնաժամային վիճակներ՝ խախտվել են միջավայրի բնական զարգացման պայմանները և մեխանիզմները: Այդ բոլորն իրենց հերթին սպառնում են մարդու գոյությունը:

Ուստի, երկրի յուրաքանչյուր անկյունում արտադրական գործունեության կազմակերպման ժամանակ պետք է նախ և առաջ ելնել միջավայրի բնական պայմանների հավասարակշռության պահպանման անհրաժեշտությունից, մշակել բնությունից օգտվելու գիտական կանոններ՝ բնական ռեսուրսների օգտագործման ձևերն ու շափերը:

Միջավայրի բնական ընթացքի պահպանման կտրուկ պայմանը՝ վնասակար նյութերի բացառումն է, հատկապես օդային ու ջրային ոլորտներում:

Երկրորդ նախապայմանը՝ բնական ռեսուրսների և առաջին հերթին, տարածքի նպատակային ու խնայողաբար օգտագործումը:

Հիմնական նախապայմաններից մեկն էլ կենսածին ռեսուրսների լայն արտադրական կազմակերպումն է, փոփոխվող տարածքների կենսաարդյունավետության ֆունկցիայի կամ մեխանիզմի պաշտպանությունը:

Այդ բոլորի իրականացումը պահանջում են բնության գոյատևման օրինաչափությունների ճանաչում, նրա հետ վարվելու մշակութային նորմերի ու սովորույթների դաստիարակում: Այս գործում շատ կարևոր են նաև հասարակական հարաբերությունները կանոնավորող օրենքների ու ակտերի մշակումը, քանզի բնական միջավայրն իրենից ներկայացնում է համաժողովրդական սեփականություն, այն էլ ոչ միայն սովյալ ժամանակահատվածում՝ ասլոգ մարդկանց, այլ ցայիք սերունդների համար ևս:

Առանձնացվում են բնական միջավայրի պահպանման երկու լուծումներ: Առաջինը դա միջավայրի պահպանումն է բուն տարածքի սահմաններում՝ բնական ռեսուրսների օգտագործման ընթացքում: Այլ կերպ, այս ձևն անվանվում է ռացիոնալ բնաօգտագործում, որքանով թույլ են տալիս արտադրական սովյալ զինվածությունը և հասարակության պահանջումների ապահովման ձգտումները:

Այս լուծումը տարբեր երկրներում տարբեր կերպ է ընթանում և, առայժմ, ողջ մոլորակի առումով բերում է բնական միջավայրի աղտոտման: Երկրորդ լուծումը պայմանավորված է որոշակի տարածքներում բնական ռեսուրսների տնտեսական օգտագործման արգելման կամ դանդաղեցման հետ: Ինչպես կոչված «հատուկ բնապահպանվող տարածքների» կազմակերպումն է, լոկալ, ռեզիդենցիալ և գլոբալ մասշտաբներով: Միջավայրի և նրա տարրերի ու բաղադրամասերի պահպանման այս ուղին (կամ լուծումը) լայն ճանաչում է գտել համարյա բոլոր երկրներում:

Այս հիմնահարցի վճռահան աժմետականության նշանակությունն ավելանում է նրանով, որ նման տարածքներն ուղղված են լուծելու ոչ միայն էկոլոգիական խնդիրներ, այլև կենսաձևերի գենետիկական ֆունդի, հազվագեպ, էնդեմիկ, գիտական ու էսթետիկ տեսակետից մեծարժեք առաջացումների և անհետացող տեսակների պահպանման ու բաղմացման հարցերը:

«Հատուկ բնապահպանվող տարածքներ» հասկացությունը իր մեջ ընդգրկում է այն բոլոր պահպանվող բնական տարածքային ձևերը, որոնց գլխավոր նպատակը միջավայրի անփոփոխ պահպանությունն է: Նման տարածքներն իրենցից ներկայացնում են երկրի լանդշաֆտային թաղանթի առանձին բնատեղամասեր, որոնք լիովին կամ մասնակի, ընդմիջտ կամ ժամանակավորապես հանվում են տրադիցոն ինտենսիվ տնտեսական օգտագործման ոլորտից և հատկացվում բնական միջավայրի բնականոն հավասարակշռության պահպանմանը, նրա գիտական, ճանաչողական, կուլտուր-էսթետիկական ու պատմա-տնտեսական արժեքների պաշտպանմանը:

Ներկա պատկերացմամբ առանձնացվում են հատուկ պահպանվող բնական տարածքների երեք խմբերի՝ միջավայր կարգավորող (միջավայր պաշտպանող), ռեսուրս պահպանող (ռեսուրս վերականգնող) և օբյեկտ պահպանող (օբյեկտ պաշտպանող):

Առաջին խումբը կոչված է պահպանելու և կարգավորելու նախ և առաջ միջավայրի էկոլոգիական հավասարակշռությունը: Այստեղից էլ կարելի է առանձնացնել այս խմբի մեջ մտնող բնապահպանական ձևերի գլխավոր նպատակը կամ ֆունկցիան՝ շրջակա միջավայրի էտալոնային լանդշաֆտների պահպանությունը: Այս խմբի մեջ են դասվում կենսոլորտային ու ռեգիոնալ արգելոցները, ռեզերվատները, արգելավայրերը, բնական հուշարձանները և այլ ձևեր:

Երկրորդ խմբի կազմում հանդես են գալիս առավելապես անթրոպոէկոլոգիական տեսանկյունով պահպանվող տարածքները: Ընդգրկում են հիմնականում ռեկրեացիայի նպատակով օգտագործվող հողատեսքերը՝ ազգային ու ռեգիոնալ բնական պարկեր (զբոսայգիներ), առոչարանային պաշտպանիչ և բնակավայրային շրջակա կանաչ տարածքներ, տուրիստական ու էկոլոգիական հրթուղիներ և այլն:

Առանձին խումբ են կազմում թանգարանային տիպի հատուկ պահպանվող բնական տարածքները: Վերջիններս բաժանվում են երեք ենթախմբերի՝ համալիրային, ճյուղային և օբյեկտային (կետային):

Այս խմբի մեջ են մտնում պատմա-մեմորիալ արգելոցները, ճարտարապետական և դեկորատիվ զբոսայգիների համալիրները, բնական թանգարանները և այլն: Այլ կերպ ասած, բնապահպանվող տարածքների երրորդ խումբը ներառնում է կուլտուրական լանդշաֆտների լավագույն նմուշները:

Համոտակի կանգ ստնենք մեր հանրապետությունում այս պրորլեմի դրվածքի և լուծման բնթացքի վրա:

Անշուշտ, սույն հոդվածում հարկ չկա բննարկել մեր հանրապետությունում հատուկ պահպանվող բնական տարածքների անջատման շափանիչները կամ ձևերի դասակարգման խնդիրները: Դրանք մասնագիտական նեղ հարցեր են, միայն նշենք, որ դրանք իրենց հիմնավորումը պետք է ստանան լանդշաֆտապիտական տեսությամբ, այսինքն ունենան աշխարհագրական ընկալում:

Նախ և առաջ ամեն մի բնական շրջանի սահմաններում տարածքների ցանցը պետք է ելնի այն անհրաժեշտ ձևերի ստեղծումից, որոնք կապահովեն տվյալ բնաաշխարհագրական խոշոր միավորի էտալոնային լանդշաֆտների պահպանությունը: Այդ գործում երկրորդ քայլը՝ առաջնային խնդրի կատար-

ման սպահովման նպատակով, պահանջվող տարածքների շափերի, ֆունկցիոնալ շրջանցման և բնության մեջ նրանց ճիշտ սահմանազատումների իրականացումն է:

Առաջին հերթին խոսքը վերաբերվում է արգելոցային ցանցի կազմակերպմանը: Այս գործում սեփական հիմք է ծառայում լանդշաֆտագիտությունը: Այսպես, քանի որ արգելոցների գլխավոր նպատակը խոշոր ռեզինալ միավորների էտալոնային լանդշաֆտների պահպանությունն է, ապա լեռային երկրներում նրանք պետք է բնդգրկեն տարածքին բնորոշ ողջ բարձունքային գոտիական սպեկտրը և ոչ թե մեկ օղակը, ինչը գիտվում է մեր հանրապետությունում: Այլ կերպ ասած լեռնային արգելոցները պետք է, որ իրենց սահմաններում բնդգրկեն էլուվիալ, տրանզիտ և սուպերակվալ լանդշաֆտների լծորդված գենետիկական տիպերը՝ ողջ ջրահավաք ավազանի սահմաններում:

Սրկրորդը, ամեն մի բնապահպանվող օբյեկտ կարելի է պահպանել միայն իր շրջակա միջավայրով: Ուստի պահպանվող օբյեկտների շրջակայքում պետք է նախատեսել էկոլոգիական պաշտպանիչ գոտի՝ բուֆերային շերտ: Նման անցումային բուֆերային տարածքները պետք է շրջափակեն լեռնային արգելոցները: Վերջիններիս մեծություններն ու շափերը պայմանավորված են շրջակա լանդշաֆտների բնությամբ, սահմանագծվում են բնական ջրբաժաններով:

Լանդշաֆտային մոտեցում կիրառվում է նաև արգելոցների ֆունկցիոնալ շրջանաջման հարցերը լուծելիս, ինչպես և շրջանի ողջ բնապահպանական համակարգի սխեմայի մշակման աշխատանքներում:

Շատ կարևոր է նաև որոշակի շրջանում բնապահպանվող տարածքների սխտեմի ռադիոնալ տարբերակի ստեղծումը: Այն պետք է ծառայի ոչ միայն բնական եզակի առաջացումների պահպանմանը և միջավայրի պահպանմանը և միջավայրի էկոլոգիական հարցերի վճռմանը, այլև նպաստի տվյալ շրջանի առավել կարևոր բնապահպանման խնդրի պարզաբանմանը (այսպես, Անանի ավազանում բնական տարածքների ողջ պահպանական սխտեմը պետք է գործի Անանա լճի էկոլոգիական նպատակներին):

Մեր հանրապետությունում այս խնդրի լուծումը գտնվում է համարյա թե սաղմնային վիճակում: Անշուշտ, որոշակի աշխատանքներ կատարվել են. դեռ 1958 թվականից կազմակերպվել է բնապահպանվող տարածքների ցանց՝ որոշակի ձևերով: Սակայն դրանց մեծ մասը շունեն գիտական հիմնավորում՝ չեն կարող բավարարել վիճակը, լուծել միջավայրի էկոլոգիական հարցեր: Դրանց տարածքային բաշխվածությունը, սահմանազատումները, ռեզինալ ամբողջականություններն ու զատվածությունը չեն համապատասխանում հանրապետության բնական պայմանների ու լանդշաֆտների տարածքային կառուցվածքների առանձնահատկություններին: Հարկավոր է այն հիմնովին վերակառուցել:

Արժանին մատուցելով հանրապետությունում այս գործի կազմակերպիչներին (հիմնականում կենսաբաններին) նշենք, որ շատ դեպքերում սխալ են մեկնարանվել բնապահպանման ատանձին ձևերի բովանդակությունը: Այսպես, Երինիկ, առողջարանային վայրերի շրջակա պաշտպանիչ անտառային լանդշաֆտները հայտարարվել են արգելավայրեր, այն դեպքում, երբ դրանք ֆունկցիոնալ առումով այլ խմբի մեջ են դասվում: Կամ թե էրեբունիի վայրի ջորենի պուրակները հայտարարվել է արգելոց, իրականում դա ռեզերվատի բնորոշ օրինակ է: Արգելավայր է հայտարարվել Գորովանի եզակի ավազուտները, երբ այն լանդշաֆտային բնական հուշարձան է: Կարելի է շատ բաց-

Բողոմներ և անճշտութիւններ թվարկել գոյութիւն ունեցող հանրապետական սխեմայից: Վերջինիս սահմաններում չեն ընդգրկված բնական հուշարձանները, որոնք Հայաստանի Հանրապետութեան տարածքում հասնում են հարյուրների, դրանց կեսից ավելին անկհնդան բնութեան եղակի նմուշներ են: Բացի Անանի սպարապետի պարկից հանրապետութեան տարածքում որինականորեն առանձնացված չէ բնական ոչ մի պարկ (պրոսպեկտ): Չեն առանձնացվել բնական ռեզերվատները, որոնք իրենցից ներկայացնում են փոքր բնատեղամասային արգելոցներ: Անհրաժեշտութիւն է հանրապետութիւնում արգելափայրային ցանցն ընդարձակել՝ ներգրավելով ոչ միայն անտառային եզակի տարածքներ, այլ Հայկական լեռնաշխարհին բնորոշ այլ էկոսիստեմների ներկայացուցչութիւն՝ առավելապես լեռնային հրաբխային տափաստանների, կմախքային ֆրիգանոփոնների, աղուտային կիսաանապատների և այլն: Բնապահպանվող տարածքների ցանցը պետք է ընդարձակել՝ ընդգրկելով պատմա-ճարտարապետական կոթողների, շրջակա լծորդված բնատեղամասերով, ինչպես նաև հնագույն բնակատեղիների, հերոսամարտերի և պատմութեան մեջ նշանակալից դեր խաղացած այլ տեղավայրերը:

Այս սրբաբնույթ ոչ միայն գիտա-էկոլոգիական, այլև կուլտուր-ազգային հիմնահարց է:

Մեր կարծիքով պրորիւմի լուծման գծով առաջիկա անելիքները հետևյալումն են. նախ և առաջ, որոշել հատուկ պահպանվող բնական տարածքների տիրոջը՝ իրավասու մարմինն, որը մեր կարծիքով հանրապետութեան միջավայրի պահպանութեան կոմիտեն է: Այնուհետև կոմիտեի սահմաններում ստեղծել ուրույն կազմակերպչական խումբ, որը կմշակի խնդրի լուծման վարչական ձևերն ու իրականացման ուղիները: Կոմիտեի հանձնարարութեամբ Գիտութիւնների ակադեմիայի Երկրաբանական գիտութիւնների ինստիտուտի լանդշաֆտագիտական լաբորատորիայում կազմակերպել գիտահետազոտական արշավախումբ, ընդգրկելով նաև ճյուղային մասնագետների՝ կատարելու դիտական ուսումնասիրութիւններ պահպանվող բնական տարածքների հանրապետական սխեմայի մշակման ուղղութեամբ: Նման հետազոտութիւնների վերջնական արդյունքները պետք է լինի բնապահպանվող օբյեկտների ու տարածքների առանձնագրում, կադաստրների կազմում ու նրանց տարածքի ֆունկցիոնալ սահմանադատումը, պահպանական, պաշտպանական, օպտիմիզացիոն ու մեթորացիոն միջոցառումների համակարգերի և օգտագործման ռացիոնալ տարբերակների մշակումը:

Ավելացնենք, որ զարգացած երկրներում, այս հարցերը լուծվել են դեռևս 50-ական թվականներին: Քննարկվող հարցերի վճռումը ոչ միայն հայրենասիրական գործ է, այլ ազգային հարստութիւնների նստատակային օգտագործման ու պահպանութեան խնդիր: Չպետք է մոռանալ, որ բնական բարձր արժեք առաջացումների ճանաչողական նշանակութիւնը շատ հաճախ ավելի մեծ նյութական օգուտ է բերում, քան նրանց տնտեսական օգտագործումը:

Կանգ առնենք հարցի մի կողմի վրա և սու լեռնային երկրներում երկու-երեք տոկոսի առանձնացումը, որպես հատուկ պահպանվող բնական օբյեկտ, չի կարող վճռել էկոլոգիական հարցեր, մանաւանդ ուրբանիզացված շրջանների սահմաններում: Այս գործում պետք է նկատի ունենալ լեռնային համայնքների առանձնահատկութիւնները՝ բարձունքային գոտիական համադրվածութիւնը: լեռնայանջերի և լեռնաճոփիտների լանդշաֆտների սերտ կապակցվածութիւնը, անտառային լանդշաֆտների յուրատիպութիւնը, որպես միջավայր ստեղծող և կարգավորող էկոլոգիական գործոն, մթնոլորտի դինամիկայի սեզոնային ու ֆազային արագ հերթափոխը, քամիների անկանոն բնույթը և այլ բնաաշխարհ-

հագրական (ինչպես և տնտեսաստիճարահագրական) երևույթներ ու հարցեր:

Բանը նրանումն է, որ հանրապետության տարածքի մոտ տասներկու տոկոսը կազմող լեռնային տնտեսները ինքնատիքյան համարվում են հատուկ բնապահպանվող տարածքներ: Եթե դրան ավելացնենք նաև Սևանա լճի գրաված տարածքը, ապա այդ երկուսը միասին կազմում են շուրջ 17 տոկոս: Ուստի պահպանվող բնական տարածքները կարող են կազմել Հայաստանի Հանրապետության տարածքի 20 տոկոսից ավելին՝ (որոշ երկրներում՝ ԳԴՀ, Ռումինիա, Ավստրիա, Չեխոսլովակիա և այլն, նման տարածքները կազմում են երկրի 25—30 տոկոսը): Այստեղից կարևորագույնը, բնապահպանվող տարածքի չափերը պետք է որոշվեն ոչ թե պետական հաստատությունների կողմից սահմանված նորմերով, այլ երկրի բնական պայմանների առանձնահատկություններով: Բացի այդ բնապահպանվող տարածքների թև ընդհանուր բռնած մակերեսերը, և թև ձևերը, տարրեր կլինեն հանրապետության տարրեր բնաաշխարհագրական շրջաններում՝ Շիրակում, Զանգեզուրում, Վայքում, Աևանի ավազանում և այլուր:

Առաջիկա խնդիրը՝ նման օբյեկտների ու տարածքների գիտական հաշվեկարգումն է, պահպանական դանցի ստեղծումը, դրա կատարման համար պահանջվում է խոշոր մասշտաբի լանդշաֆտա-տոպոլոգիական քարտեզագրումներ:

Համառոտակի բնարկներ այս հարցի մի այլ կողմը էս՝ բնապահպանմանը զուգահեռ պահպանվող տարածքների մեծարժեք ռեսուրսների օգտագործման հնարավորությունները և նախադրյալները: Խոսքը վերաբերվում է նախ և առաջ բնական պատկերին (պրոսայպիններին):

Չբնարկելով բնական պարկերի ստեղծման գիտական սկզբունքները, ավելացնենք, որ հանրապետության տարածքում նախադրյալներ կան կազմակերպելու մի շարք ազգային բնական պարկեր: Այսպես, բազմաբնույթ և էկոլոգիկ լանդշաֆտներով ազգային պարկի հիանալի օբյեկտ է իրենից ներկայացնում Որոտանի հովիտը՝ Զանգեզուրում («Սյունիք» ազգային պարկ), ներառնելով Տաթևի կիրճը, Հարժիսից արևելք, հնագույն բնակատեղիներ Շինուհայրը, Հալիձորը, Խոտը, հնձորեսկը, շրջակա լանդշաֆտներով և մեծարժեք պատմա-ճարտարապետական հուշարձաններով:

Ազգային յուրատիպ բնական պարկ է Սաղկունյաց լեռնաշղթայի միջլեռնային հովիտների շրջանը («Սաղկունք» ազգային պարկ), ներառնելով Մարմարիկի, Սաղկաձորի, Արզախանի, Թուժականի հովիտները, Արախլեռ հրաբխակոնը անտառային լանդշաֆտներով: Այս ազգային պարկը պետք է որ ունենա մանկական մասնագիտացվածություն: Լիովին այլ բնույթի և տիպիկ հայկական է «Գառնի» ազգային պարկը, Ազատի հովտում: Վերջինիս սահմաններում կան հիանալի պատմա-ճարտարապետական կոթողներ և բարձրարժեք ու հազվագեղ պատմական հուշարձաններ: Այս ազգային պարկի կարևոր կողմերից մեկը Երևանին մոտ գտնվելն է և խոշոր ջրավազանի առկայությունը (Ազատի ջրամբարը): Գառնի ազգային պարկի զարդն են համարվում Գեղարդի, Գառնիի, Հավուցթառի հանրահայտ կոթողները, լավային սուսունների սյունաձև անջատումների և նստվածքային ապառների կառուցվածքային ձևերի մերկացումների եզակի նմուշները, չոր թփուտային նոսրանտառների բարձունքային գոտիների կտրուկ հերթափոխումները, կիսաանապատային դուռու սահմաններում Ազատի ողողատի անտառա-պուրակները, բնական ջրերի և հանքային աղբյուրների բյուրավոր հլքեր և այլն:

Փորրկովկասյան մարզի անտառային բնությանը հատուկ լեռնային անկրկնելի լանդշաֆտների բազմազանությամբ է բնորոշվում «Գուգարք» ազգային պարկը, Դեբեդի հովտում (Գայլաձորի բնատեղամաս):

Հանրապետության տարածքում բնական և բնաանթրոպոգեն լանդշաֆտները ստեղծվել են լավագույն նախադրյալներ կազմելու նաև ռեզիտնայ պարկեր՝ գիտաճանաչողական, սպորտային, հանգստի ու բուժման, տուրիզմի և այլ նպատակներով: Դրանց շարքին պետք է դասել նաև բազմաթիվ և յուրատեսք մերձքաղաքային և մերձառողջարանային անտառագոտիներն ու կանաչ գոտիները:

Եթե այս բոլորին ավելացնենք հարյուրավոր բնական և պատմամատարապեսական հուշարձանների առկայությունը՝ նրանց ճանաչողական արժեքների օգտագործման հնարավորությունները, ապա իրոք որ կան լայն նախադրյալներ մեր հանրապետության տարածքում ստեղծելու հանգստի ինդուստրիա՝ գիտական հիմունքներով բնական բարձրարժեք առաջացումների ու էկոլոգիական անաղարտ միջավայրի պահպանման նախադրյալներով (աղյուսակ 1):

Աղյուսակ 1

Հայաստանի հանրապետությունում պահպանվող բնական տարածքների մակերեսները (հեռանկարում)

Պահպանվող տարծրի տիպը	Մակերեսը, հա	Հանրապետության տարածքի %
1. Արգելոցներ	60000	2,0
2. Արգելավայրեր	35000	1,1
3. Ազգային պարկեր	100000	3,0
4. Բնական պարկեր	8000	0,25
5. Թեգերվատներ	1000	0,03
6. Պաշտպանիչ գոտիներ	2000	0,06
7. Բնական հուշարձաններ	1000	0,03
8. Բնական ջրամբարներ		
9. Առաջին կարգի անտառներ և առողջարանական կանաչ գոտիներ	140000 300000	4,1 10,0
10 Բնապատմական հուշարձանների շրջակա միջավայր	2000	0,06
Ընդամենը	650000	21,0

Մեկ անգամ ևս նշենք, որ բացի առաջնային բնապահպանական նպատակներից, հատուկ պահպանվող բնական տարածքները կարող են բերել տնտեսական մեծագույն օգուտ՝ եթե ճշտորեն ու լրջորեն կազմակերպվեն դրանց հոգևոր ռեսուրսների օգտագործումը:

Г. Б. ГРИГОРЯН

ОБ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СЕТИ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

Р е з ю м е

На территории Республики Армения встречается множество редких и уникальных природных объектов, в основном ландшафтно-геоморфологических и геологических памятников. Они пока не включены в систему охраняемых территорий. Несколько тысяч природно-антропогенных и историко-архитектурных памятников, в основном сред-

палеогеографических и античных, также не включены в систему охраняемых территорий в геоэкологическом смысле.

Действующая ныне схема особо охраняемых территорий, разработанная биологами еще в 50-х годах, устарела и содержит ряд неточностей. Она не обеспечивает охрану всех форм охраняемых объектов и не способствует решению региональных геоэкологических задач.

В работе рассматриваются ландшафтно-географические принципы организации горных заповедников и национальных парков, а также вопросы паспортизации всех типов горных охраняемых природных объектов.

В методическом плане предлагается территориальное разграничение охраняемых объектов провести в пределах местных гравигенных ландшафтов, активно применяя бассейновый метод функционального зонирования территории.

G. B. GRIGORIAN

## ON THE IMPROVEMENT OF THE REPUBLIC ARMENIA ESPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES NETWORK

### A b s t r a c t

The landscape-geographical principles of mountain reservations and national parks as well as the problems of all types of mountain protected natural units introducing a passport system are considered.

In a methodical aspect it is suggested the protected units territorial demarcation to draw in the limits of local gravigenetic landscapes, actively applying the basin method of a territory functional zoning.

Известия АН Армении, Науки о Земле, 1992, XLV. № 3, 59—65.

УДК:550.38(479.25).

С. Р. ОГАНЕСЯН, А. О. СИМОНЧН, Д. С. ЧИКОВАНИ

### ВЕКОВЫЕ ВАРИАЦИИ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ТЕРРИТОРИИ АРМЕНИИ ЗА ПЕРИОД 1975—1986 ГГ.

Изучены вековые вариации геомагнитного поля на территории Республики Армения. Обсуждены вопросы источника и динамики вековых вариаций. Обнаружена пространственная неоднородность протекания годовых изменений геомагнитного поля на территории республики. Вековая вариация поля имеет относительно высокие значения в северной части территории республики (11 нТл) и низкие значения в южной части (7 нТл). Заметим, что территория республики находится далеко от фокуса векового хода по модели вековых вариаций ИЗМИРАН за эпоху 1980 г. Предполагается, что наблюдаемый разброс значений связан с процессами накопления тектонических напряжений, протекающими в земной коре территории республики.

пелековух и античных, также не включены в систему охраняемых территорий в геоэкологическом смысле.

Действующая ныне схема особо охраняемых территорий, разработанная биологами еще в 50-х годах, устарела и содержит ряд неточностей. Она не обеспечивает охрану всех форм охраняемых объектов и не способствует решению региональных геоэкологических задач.

В работе рассматриваются ландшафтно-географические принципы организации горных заповедников и национальных парков, а также вопросы паспортизации всех типов горных охраняемых природных объектов.

В методическом плане предлагается территориальное разграничение охраняемых объектов провести в пределах местных гравигенных ландшафтов, активно применяя бассейновый метод функционального зонирования территории.

G. B. GRIGORIAN

## ON THE IMPROVEMENT OF THE REPUBLIC ARMENIA ESPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES NETWORK

### A b s t r a c t

The landscape-geographical principles of mountain reservations and national parks as well as the problems of all types of mountain protected natural units introducing a passport system are considered.

In a methodical aspect it is suggested the protected units territorial demarcation to draw in the limits of local gravigenetic landscapes, actively applying the basin method of a territory functional zoning.

Известия АН Армении, Науки о Земле, 1992, XLV. № 3, 59—65.

УДК:550.38(479.25).

С. Р. ОГАНЕСЯН, А. О. СИМОНЯН, Д. С. ЧИКОВАНИ

### ВЕКОВЫЕ ВАРИАЦИИ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ТЕРРИТОРИИ АРМЕНИИ ЗА ПЕРИОД 1975—1986 ГГ.

Изучены вековые вариации геомагнитного поля на территории Республики Армения. Обсуждены вопросы источника и динамики вековых вариаций. Обнаружена пространственная неоднородность протекания годовых изменений геомагнитного поля на территории республики. Вековая вариация поля имеет относительно высокие значения в северной части территории республики (11 нТл) и низкие значения в южной части (7 нТл). Заметим, что территория республики находится далеко от фокуса векового хода по модели вековых вариаций ИЗМИРАН за эпоху 1980 г. Предполагается, что наблюдаемый разброс значений связан с процессами накопления тектонических напряжений, протекающими в земной коре территории республики.

В сложных геолого-тектонических условиях Армении изучение вековых вариаций геомагнитного поля (ГМП) представляет собой интерес. В годовые изменения ГМП входит аномальная часть векового хода—локальные изменения тектономагнитной природы, изменения поля электрокинетического и индукционного происхождения. Вся эта совокупность изменений, вызванных разными источниками, заставляет обрабатывать новые методы для их разделения, а также является богатым материалом для изучения природы пространственно-временной структуры ГМП. Вековые вариации осложняют задачу выделения локальных аномалий на территории республики, которая характеризуется сложнорасчлененным «магнитным» рельефом, густой сетью разломов и наличием горных пород с высокими значениями остаточной намагниченности и магнитной восприимчивости. Основным затруднением в исследованиях вековых вариаций геомагнитного поля остается отсутствие геофизической обсерватории на территории республики. По этой причине измеренные значения полного вектора ( $\Gamma$ ) для всех точек векового хода приведены к базисным значениям обсерватории Душети, расстояние которой от пунктов измерений составляет 150—350 км, чем и объясняются высокие значения допущенных ошибок. Если измерения проведены в спокойные дни, то допущенные систематические и случайные ошибки невелики—2—3 нТл. При возмущенном состоянии ГМП ошибки измерений увеличиваются не меньше, чем в два раза и особо наблюдаются в пунктах, находящихся на лавовых покровах вблизи разломов. В таких пунктах существуют большие вертикальные градиенты ГМП, доказывая этим, что в суточной вариации отражаются изменения поля вследствие процессов, происходящих в земной коре. Во избежание указанных эффектов надо проводить более одного цикла измерений в месяц с целью определения относительных (при методике синхронных измерений) или базисных (при наличии данных обсерваторных наблюдений) значений модуля полного вектора ГМП на данном пункте. Из-за указанной сложной геологической ситуации источники локальных изменений ГМП (аномальная часть в вековом ходе) весьма разнообразны, что и осложняет разделение общих изменений ГМП на нормальную (вековые вариации) и аномальную (аномалии векового хода). По этой причине нами использованы карты среднегодовых изменений модуля полного вектора ГМП, построенные в ИЗМИРАН-е.

За интервал времени 1969—1973 гг. на территории республики вековые вариации ГМП не наблюдались. С 1974 по 1975 гг. вековая вариация активизировалась. Карты вековых вариаций за период 1977—1980 гг. (рис. 1 и 2) показывают, что вековая вариация на территории Армении происходит по причине перемещения фокуса аномалии векового хода, находящегося на территории Скандинавии, с интенсивностью 40 нТл. За последние годы фокус раскрылся и изопоры больших изменений распространялись к востоку, охватывая территорию Балкан и Средней Азии.

Указанный вековой ход ГМП установлен данными обсерватории «Сурларь» (Румыния), «Степановка» (Одесса), «Душети» (Грузия) и Ванковская (Туркмения) (табл. 1). Из таблицы видно, что в обсерваториях «Сурларь», «Степановка», «Душети» значения модуля полного вектора ГМП растут, а в обсерватории «Ванковская», наоборот, идет уменьшение.

За период 1977—1980 гг. на территории Туркмении наблюдалось уравновешенное состояние поля, а после этого (1980—1985 гг.) наблюдался некоторый рост ГМП. Как видно, картина векового хода за период 1970—1985 гг. в основном определяется перемещением изопоры поля Скандинавского фокуса. Этим и объясняется вековой ход ГМП на территории Армении, так как наши данные, полученные путем прямых наблюдений, согласуются с описанной общей картиной векового хода, несмотря на то, что на территории республики изменения локальных источников прибавляются к общему изменению поля.

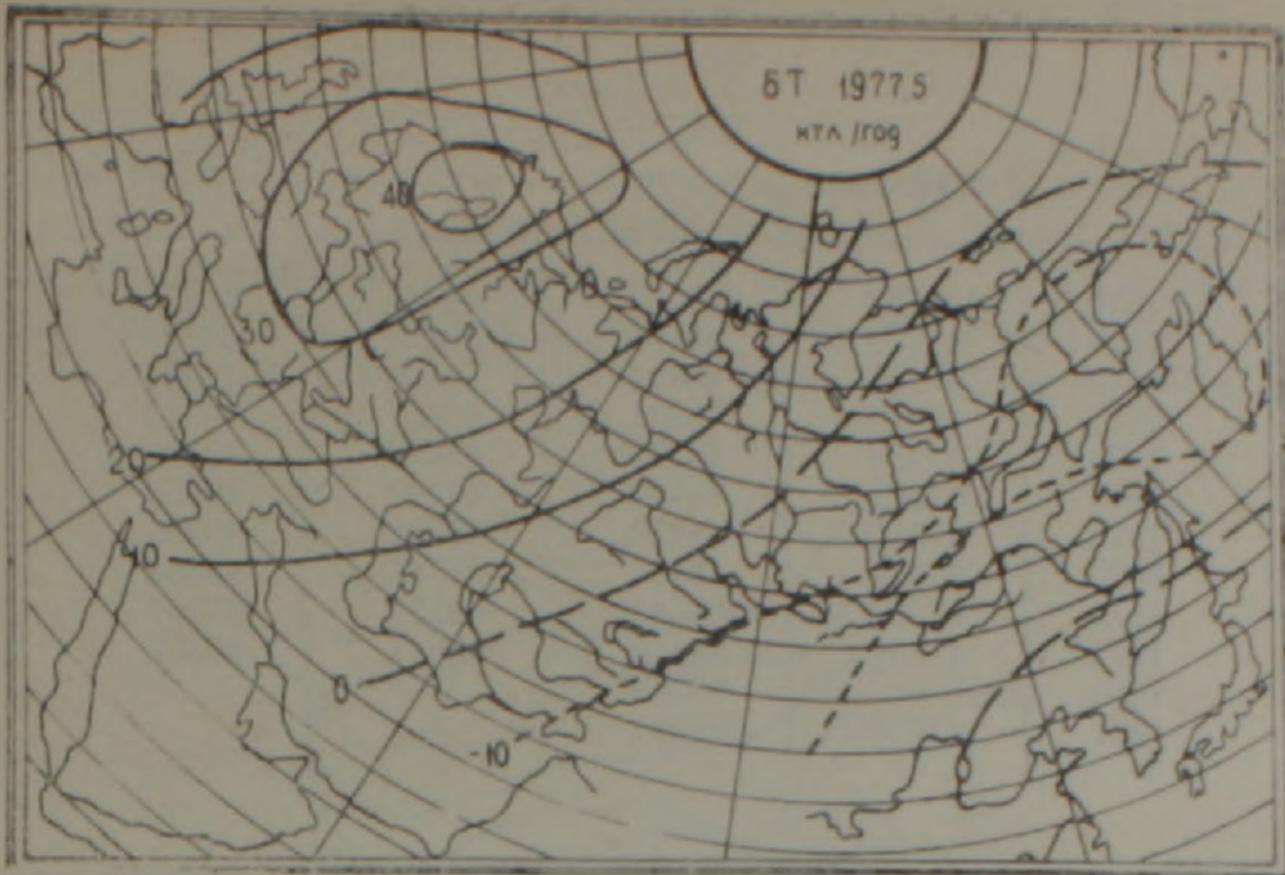


Рис. 1. Вековая вариация ГМП на территории бывшего СССР, эпоха 1977.5 г.

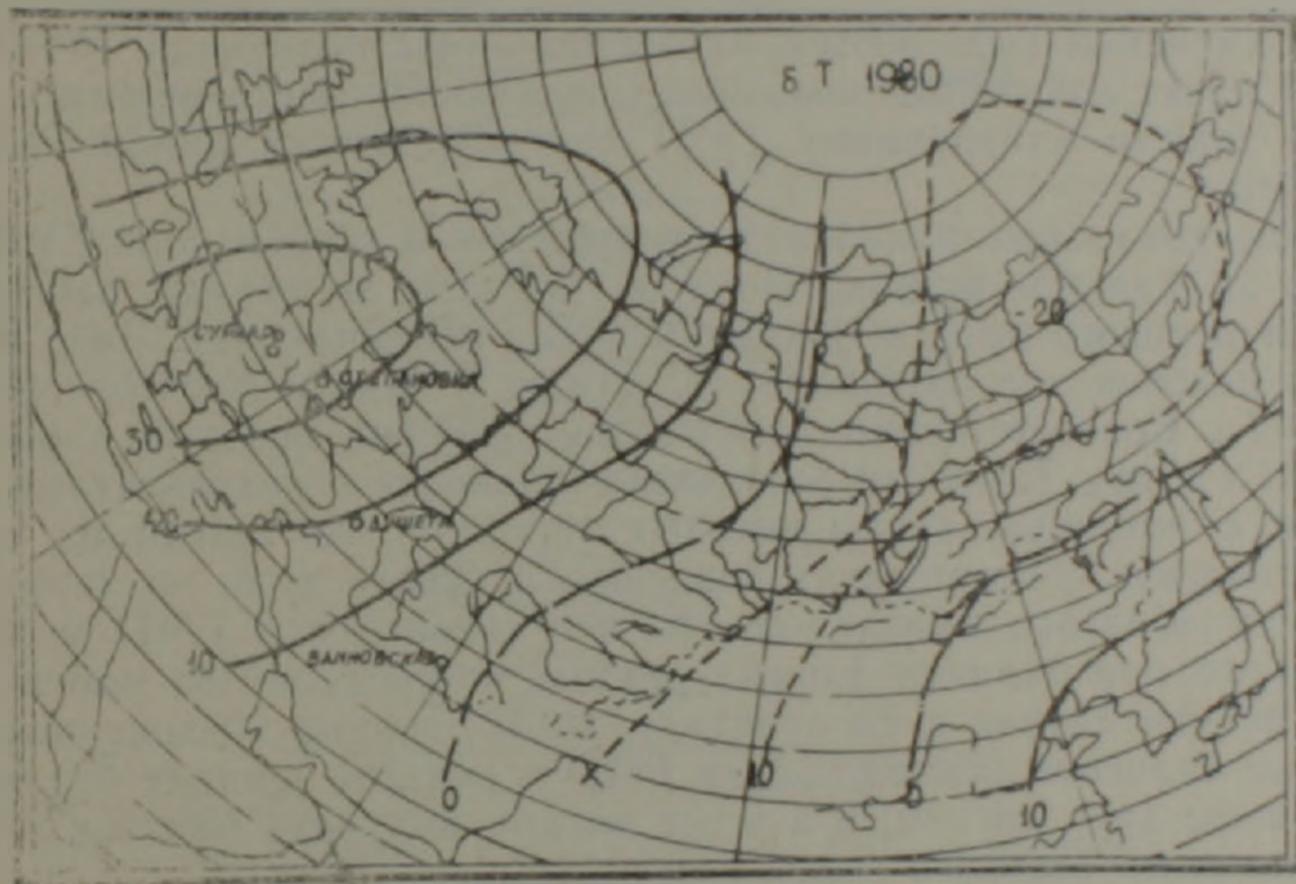


Рис. 2. Вековая вариация ГМП на территории бывшего СССР, эпоха 1980 г.

Из рис. 1 и 2 видно, что если в 1977 году через территорию Армении проходил изопор ГМП величиной 13—14 нТл/год, то уже в 1980 году он свое место уступил изопору величиной 17—19 нТл/год. Карты векового хода показывают, что на территории республики вековой ход в 1985 году составляет 13—14 нТл. С этими данными согласуется лишь часть данных прямых наблюдений за период 1971—1985 гг. То, что изменения поля, обнаруженные нами, являются вековым ходом (источники которых находятся в ядре), доказывает длинный ряд данных изменений поля в Душетской обсерватории (рис. 3). Как видно, изменение полного вектора ГМП происходит за счет изменений вертикального компонента поля. Горизонтальная составляющая, наоборот, уменьшается. Здесь тоже четко разделяется период времени (1965—1972 гг.), когда вековой ход не отличается от нуля. Измерения проводились на

Среднегодовые значения полного вектора ГМП в обсерваториях по [3]

Год	Сурларь	Степановка	Душети	Ванковская
1970	47152	48274	48465	49424
1971	47175	48295	48460	49405
1972	47197	48311	48458	49388
1973	47222	48341	48467	49373
1974	47254	48369	48479	49369
1975	47283	48402	48492	49369
1976	47315	48430	48504	49365
1977	47344	48457	48517	49368
1978	47370	48487	48529	49367
1979	47391	48510	48541	49367
1980	—	48523	—	—
1981	47427	48541	—	—

пунктах профилей, проходящих через центральную и южную части территории республики. Полученный нами материал прямых наблюдений указывает на сложную картину временной структуры ГМП. На рис. 3 представлены графики изменений ГМП на пунктах профиля с. Гегард — оз. Севан за период 1974—1986 гг. Как видно из графиков, на фоне общих изменений выделяются изменения ГМП величиной 10—20 нТл, которые носят локальный характер (аномальная часть векового хода). Именно такими изменениями ГМП характеризуется район Гегамского хребта.

Такие локальные изменения отражаются в общем ходе ГМП своеобразно на каждом пункте. По этой причине за период наблюдений значения векового хода в разных пунктах неодинаковые. Так, в пункте № 35 вековой ход составляет 60 нТл, а в пункте № 24 он составляет 120 нТл. Соответственно, получаются значения вековых вариаций в 5 и 10 нТл в год. Если эти результаты сравнить с результатами, полученными с помощью карты вековых вариаций, то только их среднее арифметическое соответствует значению векового хода на территории.

Таким образом, можно сказать, что вековой ход ГМП можно получить лишь при наличии данных прямых наблюдений во многих пунктах (в данном случае в 13 пунктах). Наблюденные повышенные и пониженные значения векового хода ГМП в разных пунктах будут компенсированы друг другом, и в итоге можно получить близкое к истинному значение векового хода.

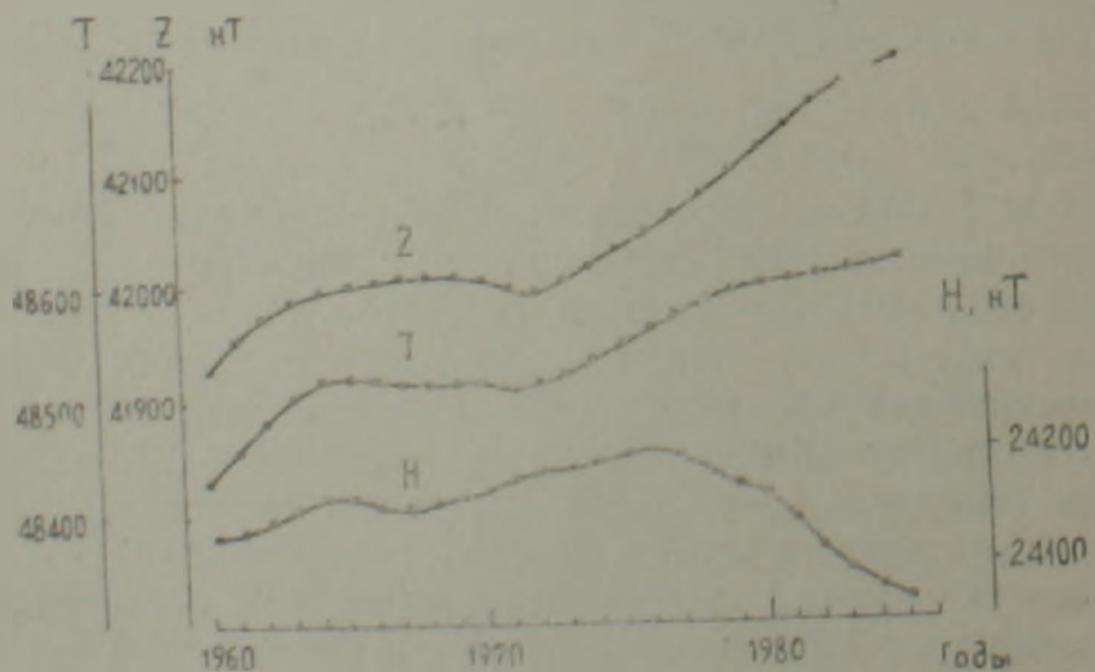


Рис 3 Вековая вариация ГМП в Душетской обсерватории.

Совершенно другая картина наблюдается в пунктах профиля Зейва-Аджибаджи (рис. 4). Локальные особенности различные почти во всех пунктах, кроме пунктов 4, 14, 15, 18. Большие по амплитуде аномалии ГМП наблюдаются в пунктах 3 и 6. Своеобразно изменяется поле в пунктах 1, 10, 13. Общее изменение по всем пунктам наблюдалось за период 1977—79 гг. В этом интервале времени в поле появляется своеобразное изменение в виде положительной бухты. За период наблюдений 1975—1981 гг вековой ход в пунктах 1, 3, 16 и 19 составляет примерно 50 нТл. В пунктах 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10 он составляет лишь 10—30 нТл. В пунктах 12, 13, 14 и 17 вековая вариация не наблюдается.

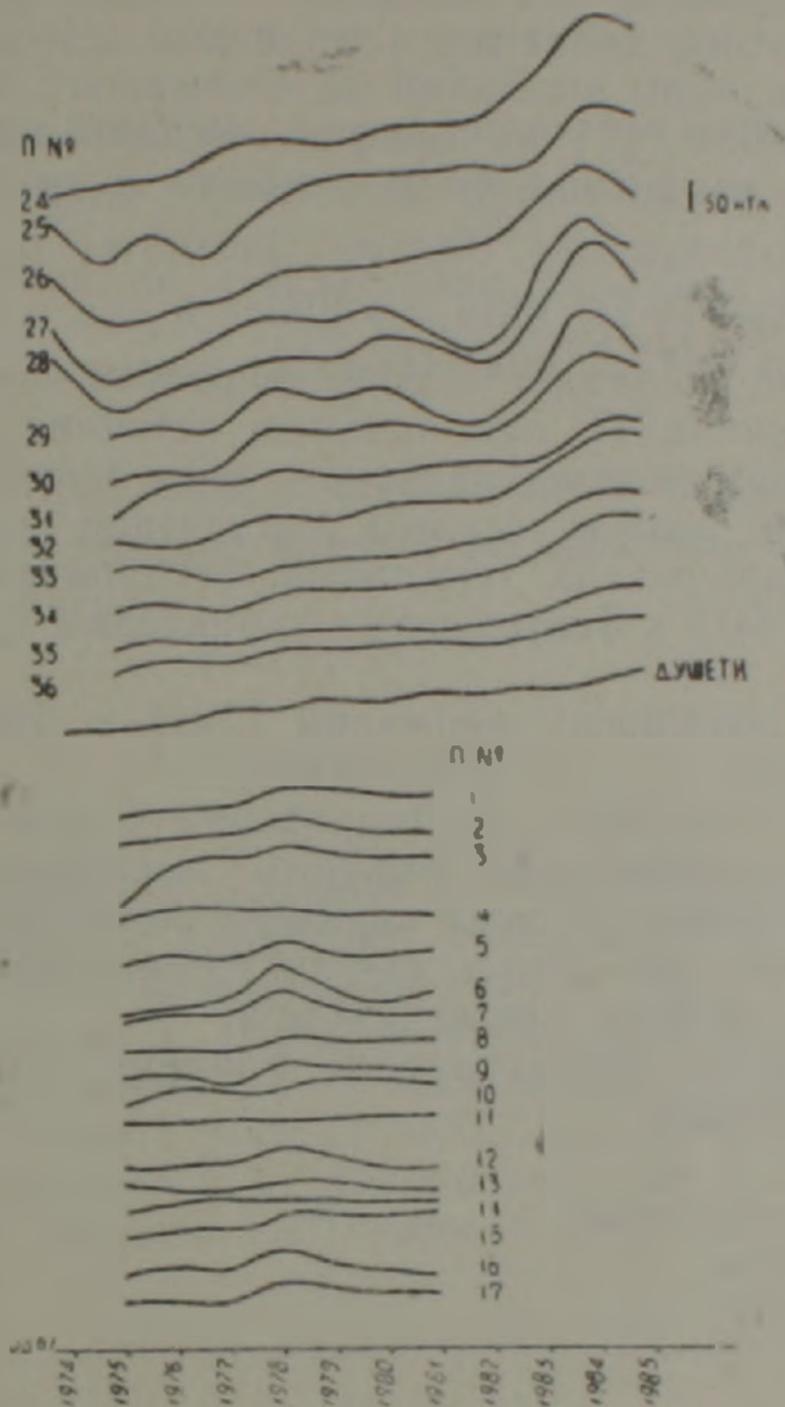


Рис. 4. Кривые вековых вариаций ГМП на профилях.

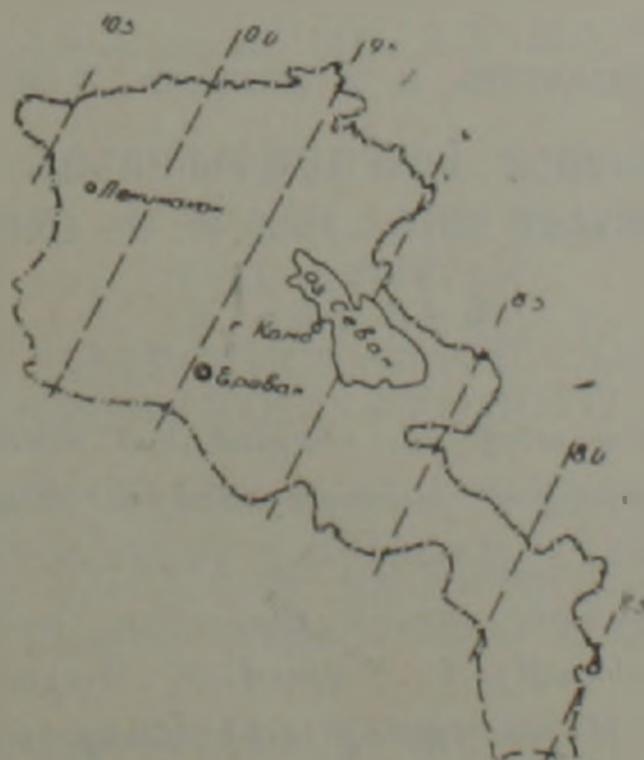


Рис. 5. Вековой ход ГМП на территории Армении. Эпоха 1982,5 г.

Сравнение наблюдаемых данных с вычисленными значениями показало, что только пункты 1, 3, 16 и 19 годны для изучения вековой вариации южной части республики.

Кроме того, по сферически-гармоническому вычислению оказалось, что значение векового хода с севера на юг республики уменьшается на 3 нТл, что тоже совпадает с наблюдаемыми данными (рис. 4, 5). Отличаются пункты на профиле, проходящем через эпицентральной зону Зангезурского землетрясения 1968 г. (пункты 4, 7, 11, 12—17). В пунктах №№ 4, 13, 16 наблюдается изменение поля противоположного знака ( $-10$  нТл).

Полученные аномальные изменения локального характера необходимо интерпретировать как аномалии тектономагнитной природы. Основанием для этого являются следующие доводы:

а) линейные размеры аномалий не превышают первые км;  
б) согласно работе [2] на профиле Зейва-Аджибаджи наблюдаются интенсивные изменения силы тяжести и вертикальных движений;

в) полученные аномалии наблюдались за долгий период и, как отмечается в работе [1], специфика методики их обнаружения, которую мы используем, позволяет зарегистрировать изменения ГМП тектономагнитной природы. И, как правило, источники таких изменений находятся в верхнем магнитоактивном слое земной коры.

Таким образом, можно сделать следующие общие выводы:

1. Вековая вариация на территории республики неоднородная;  
2. Изменения ГМП в Зангезуре не характерны для территории Армении;

3. Источники локальных аномалий ГМП в Зангезуре находятся внутри земной коры;

4. Локальные аномалии на территории Зангезура могут иметь предвестниковый характер для сильного землетрясения;

5. Высокие значения вековых вариаций позволяют заключить, что существующие карты магнитных съемок территории республики уже устарели, поэтому нужны новые съемки.

Авторы выражают благодарность Бондарь Татьяне Николаевне за поддержку и помощь.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии АН Армении.

Институт геофизики АН

Грузии

Поступила 24.1.1990

Ս. Թ. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Ա. Հ. ՍԻՄՈՆՅԱՆ, Գ. Ս. ԶԻՆՈՎԱՆԻ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՏԱՐԱԾՔՈՒՄ ԵՐԿՐԱՄԱԳՆԵՍԱԿԱՆ ԴԱՇՏԻ ԴԱՐԱՎՈՐ  
ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐԸ 1975—1986 Թ. Թ. ԸՆԹԱՑՔՈՒՄ

Ա մ փ ղ փ ու մ

Հայաստանի Հանրապետության տարածքում ուսումնասիրվել են երկրամագնիսական դաշտի դարավոր տատանումները: Քննարկված են դարավոր տատանումների աղբյուրի և դինամիկայի հարցերը: Հանրապետության տարածքում երկրամագնիսական դաշտի դարավոր տատանումների ընթացքի տարածական անհամասեռությունն է դիտված: Դաշտի դարավոր փոփոխությունը համեմատաբար խոշոր արժեք ունի հանրապետության հյուսիսային մասում (11 նՏ<sub>1</sub>) և ցածր արժեք՝ հարավային մասում (7 նՏ<sub>1</sub>):

Ծնթադրվում է, որ արժեքների դիսպարիտետները տարանջանակույթյունը կապված է հանրապետության տարածքի երկրակեղևում ընթացող տեկտոնական լարումների կուտակման երևույթների հետ:

S. R. HOVHANNISIAN, A. H. SIMONIAN, D. S. CHIKOVANY

## THE GEOMAGNETIC FIELD SECULAR VARIATIONS IN THE ARMENIA TERRITORY DURING 1975–1986

### A b s t r a c t

The geomagnetic field secular variations are investigated. The problems of secular variations source and dynamics are considered. A geomagnetic field annual variations spatial heterogeneity is revealed. The field secular variation has a relatively high significance in the northern part of the Republic territory (11 nTl) and a low one in the southern part (7 nTl).

It is supposed, that such a dispersedness of values is connected with the processes of tectonic stresses accumulation in the Earth's crust of the Republic territory.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Аюлян Ц. Г., Оганесян С. Р., Ахвердян Л. А. Об одной аномалии векового коэф. на региональном профиле Гярд-Кафан. Тезисы докладов съезда «Главное геомагнитное поле и проблемы палеомагнетизма», М., часть I, 1976.
2. Оганесян Ш. С., Оганесян А. О. Повторные триангуляционные измерения с целью изучения деформаций земной коры в сейсмоактивных районах Армянской ССР — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, т. XXXIX, № 5, 1986, с. 17—22.
3. Головкин В. Я., Коломиец Г. И., Кольященко Л. П., Семенов. Каталог средних годовых значений элементов ГМП мировой сети магнитных обсерваторий. М., вып. XVI, 1983.

Известия АН Армении, Науки о Земле, 1992, XLV, № 3, 65—69.

УДК 550 845

### КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Т. Н. КЮРЕГЯН

## ПОИСКОВЫЕ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ МАРЦИГЕТСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Рудное поле Марцигетского месторождения находится в бассейне р. Марц и протягивается от с. Лорут к СЗ до пос. Дзагидзор. Исследованная площадь охватывает пограничную полосу двух крупных тектонических зон: Сомхето—Карабахскую с севера и Севано—Акеринскую с юга.

В рудном поле широкое распространение имеют вулканогенно-осадочные комплексы среднего эоцена и юры, перекрытые местами породами верхнего плиоцена и четвертичными отложениями.

Ծնթադրվում է, որ արժեքների դիսպարիտետները տարանջանակուսված կապված է հանրապետության տարածքի երկրակեղևում ընթացող տեկտոնական լարումների կուտակման երևույթների հետ:

S. R. HOVHANNISIAN, A. H. SIMONIAN, D. S. CHIKOVANY

## THE GEOMAGNETIC FIELD SECULAR VARIATIONS IN THE ARMENIA TERRITORY DURING 1975–1986

### A b s t r a c t

The geomagnetic field secular variations are investigated. The problems of secular variations source and dynamics are considered. A geomagnetic field annual variations spatial heterogeneity is revealed. The field secular variation has a relatively high significance in the northern part of the Republic territory (11 nTl) and a low one in the southern part (7 nTl).

It is supposed, that such a dispersedness of values is connected with the processes of tectonic stresses accumulation in the Earth's crust of the Republic territory.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Аюлян Ц. Г., Оганесян С. Р., Ахвердян Л. А. Об одной аномалии векового коэф. на региональном профиле Гярд-Кафан. Тезисы докладов съезда «Главное геомагнитное поле и проблемы палеомагнетизма», М., часть I, 1976.
2. Оганесян Ш. С., Оганесян А. О. Повторные триангуляционные измерения с целью изучения деформаций земной коры в сейсмоактивных районах Армянской ССР — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, т. XXXIX, № 5, 1986, с. 17—22.
3. Головкин В. Я., Коломиец Г. И., Кольященко Л. П., Семенов. Каталог средних годовых значений элементов ГМП мировой сети магнитных обсерваторий. М., вып. XVI, 1983.

Известия АН Армении, Науки о Земле, 1992, XLV, № 3, 65—69.

УДК 550 845

### КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Т. Н. КЮРЕГЯН

## ПОИСКОВЫЕ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ МАРЦИГЕТСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Рудное поле Марцигетского месторождения находится в бассейне р. Марц и протягивается от с. Лорут к СЗ до пос. Дзагидзор. Исследованная площадь охватывает пограничную полосу двух крупных тектонических зон: Сомхето—Карабахскую с севера и Севано—Акеринскую с юга.

В рудном поле широкое распространение имеют вулканогенно-осадочные комплексы среднего эоцена и юры, перекрытые местами породами верхнего плиоцена и четвертичными отложениями.

В структурном отношении рудный район осложнен двумя антиклинальными поднятиями вдоль Марцигетского разлома. Последний является рудоконтролирующей структурой и падает в северо-восточном направлении, под углом 60—80°. Гидротермально измененные породы развиты вдоль разломов в местах внедрения даек. Оруденение, в основном, представлено золото-полиметаллическим типом и имеет гидротермальное происхождение. В западной части района имеются также рудопроявления медноколчеданного и медно-гематитового составов, приуроченные к контактам субинтрузивных тел с вулканогенно-осадочными породами.

Воды района преимущественно грунтовые и грунтово-трещинные с непостоянным дебитом и температурой. Они формируются в приповерхностных частях вулканогенно-осадочных образований и по макрокомпонентному составу относятся к классам:

- 1) гидрокарбонатные кальциевые, с малой минерализацией;
- 2) гидрокарбонатные натриевые, со средней минерализацией;
- 3) гидрокарбонатно-сульфатные кальциево-натриевые, со средней минерализацией.

Количество рудных микрокомпонентов ограничено и имеет низкую концентрацию. Средние концентрационные уровни интересующих нас главных микроэлементов находятся в содержаниях (млн<sup>-1</sup>): медь—360; цинк—1100; свинец—34; барий—360. По всем этим элементам-индикаторам фоновые показатели концентрационных уровней несколько завышены по сравнению с гидрогеохимическим фоном Степанаванского и Шамшадинского рудных районов [2]. Это говорит о сильной зараженности гидротермальными растворами рудовмещающих пород при формировании рудных месторождений в данном районе. Особенно это подтверждается высоким фоновым содержанием бария и его тесной корреляционной связью с цинком и свинцом. Примененный корреляционный анализ, из всей обнаруженной гаммы микрокомпонентов, позволил выделить более информативные признаки вещественного состава ореольных вод, как основных индикаторов полиметаллического оруденения—цинк, свинец, медь, барий, так и второстепенных—серебро, висмут, золото, молибден. Гидрогеохимические и статистические параметры этих элементов-индикаторов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Гидрогеохимические параметры элементов-индикаторов Марцигетского рудного поля (содержание элементов в млн<sup>-1</sup>)

Микроэлементы	Тип вод			Рудовмещающие породы (по Пароник-яну В. О.)
	Фоновые	Подземные воды из штолен	Ореольные	
Медь	360	520	400	280
Цинк	1100	2450	1920	70
Свинец	34	160	56	58
Барий	250	430	540	2000
Молибден	2	5	3	20
Серебро	2	4	6	—
Золото	—	3,6	3	—
Висмут	—	1,3	1,1	—
Германий	—	1,3	1,2	—

На основании представленных данных видно, что как в ореольных водах, так и в водах штолен элементы-индикаторы по концентрационным уровням резко не отличаются. Несколько особняком стоит сурьма: в грунтово-трещинных водах, циркулирующих в рудовмещающих породах (в штольнях), ее содержание в четыре раза больше, чем в ореольных водах.

Для обоснованной интерпретации выявленных геохимических и гидрогеохимических аномалий в рудных районах были поставлены опытно-методические исследования в штольнях № 4 и 7. Грунтово-трещинные воды, дренирующие порфириты, туффиты и андезитобазальты, в основном гидрокарбонатно-сульфатного кальциево-натриевого состава, с  $pH=6,1-8,0$  и содержанием сульфат-иона до 52 мг/л. Элементы-индикаторы в водах контрольных объектов имеют концентрационные уровни, в несколько раз превышающие фоновые содержания, и приравниваются к концентрациям, характерным только для вод аномальных площадей. По коэффициентам аномальности элементов-индикаторов последние располагаются, в основном, следующим образом:

$$\begin{array}{cccccccc} Pb > Sb > Mo > Zn > Ag > Ba > Cu > Bi \\ 4,7 & 3,7 & 2,5 & 2,2 & 2,0 & 1,6 & 1,4 & 1,2 \end{array}$$

По численным показателям коэффициентов аномальности сильных отклонений в данном ряду элементы-индикаторы не имеют, но крайние члены отличаются друг от друга в несколько раз (свинец, сурьма, молибден—по сравнению с медью и висмутом). Такое неконтрастное проявление элементов-индикаторов затрудняет выделить главные компоненты геохимических признаков типа оруденения, поэтому рассмотрим другой метод интерпретации, а именно установление коэффициентов миграции элементов-индикаторов в слабокислых грунтово-трещинных водах штолен. Они по убывающей величине коэффициентов миграции располагаются следующим образом:

$$\begin{array}{cccccccc} Sb > Bi > Ag > Zn > Pb > Mo > Cu > Ba \\ 1100 & 65 & 57 & 34 & 11 & 10 & 9 & 0,7 \end{array}$$

Так как в районе исследования отсутствуют данные по локальному геохимическому фону, для подсчета коэффициентов миграции взяты средние содержания химических элементов в диоритах и андезитах по А. П. Виноградову. Порядок элементов-индикаторов, представленный в вышеописанном ряде, хорошо прослеживается в рудных минералах: галените (сурьма, висмут, серебро), сфалерите и халькопирите (серебро). Этой закономерности подчиняется и золото, наиболее высокие содержания которого встречаются в водах штольни № 7 (от 3 до 18 мг<sup>-1</sup>).

Обратную картину представляет правая часть миграционного ряда, где свинец, медь и барий имеют слабую миграционную способность.

Сравнивая особенности вещественного состава грунтово-трещинных вод и коэффициенты миграции с рядом зональности элементов-индикаторов первичных ореолов полиметаллических месторождений жильного типа:  $Ba-Ag-Pb-Zn-Cu-Bi (W, Mo)$  [1], можно сделать вывод о типе оруденения, выявленного по водным ореолам.

В обоих приведенных рядах общими являются серебро и цинк—в левой части, а в правой—медь, молибден. Из общей закономерности зональности по первичным ореолам из водных выпадают барий и висмут, в силу специфики среды исследования, т. е. они занимают прямо противоположные места. Таким образом, очевидна аналогия ряда зональности первичного ореола с миграционным рядом водного ореола.

Водные ореолы элементов-индикаторов пространственно совпадают с эндогенными ореолами и с зонами гидротермально-измененных пород.

Исходя из геологического строения и металлогенической специализации, рудный район разделен на две пространственно обособленные гидрогеохимические совокупности, охватывающие соответственно комплекс пород среднеюрского возраста, с преобладанием собст-

венно медного оруденения, и среднеэоценовые субвулканические образования с полиметаллическим оруденением.

Первая совокупность охватывает площадь, характеризующую северный фланг Марцигетского разлома. В ореольных водах отмечаются повышенные содержания меди, молибдена, серебра. В основном они фиксируются в бассейне р. Дзагидзор. Аномальные, но локально распространенные ореолы бария, цинка и свинца совпадают в пространстве с ореолами меди, серебра. При сравнении концентрационных уровней элементов-индикаторов в грунтово-трещинных водах этой совокупности и в ореольных водах региона, можно заметить повышенные содержания меди, что характерно для собственно медного оруденения. Обращает на себя внимание наличие в этих водах золота (от 1,0 до 1,3  $\text{млн}^{-1}$ ). Связь золота с медными минералами отмечается в работах В. О. Пароникяна и С. Г. Алояна.

В грунтово-трещинных водах нами также зафиксировано присутствие золота. С помощью сорбента (хлорлигнин + БАУ) золото сорбируется до 100%. При ионной силе  $\gamma = 0,03$  термодинамическими расчетами выявилось, что золото, имея высокие миграционные способности, мигрирует в водах, начиная с  $\text{pH} = -5$  [3] в виде хлоридных комплексов. Наличие в водах (из скважин, пройденных УГ) повышенного содержания сероводорода (26  $\text{мг/л}$ ,  $\text{pH} = 5,9$ ) дает основание рассчитывать еще три формы миграции золота, а именно:  $[\text{Au}(\text{H}_2\text{O})\text{S}^-]$ ,  $[\text{Au}(\text{HS})_2^-]$  и  $[\text{Au}(\text{HS})\text{Cl}^-]$ . Эти комплексы золота характерны для гидротермальных расчетов с мышьяксодержащими буферами. Так, эта особенность наблюдается на Орском участке, где наряду с минеральными ассоциациями пирит-халькопирит-магнетит присутствует энаргит.

Присутствие золота в этих водах обуславливается, по всей вероятности, наличием зоны гидротермально измененных пород, с кварц-хлоритовой фацией, дренируемых грунтово-трещинными водами. В этой зоне по убывающей величине коэффициента миграции элементы-индикаторы располагаются следующим образом:  $\text{Sb} > \text{Ag} > \text{Mo} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Pb} > \text{Ba}$ . Здесь легкоподвижные элементы — сурьма, серебро и молибден интенсивно выщелочены, и ореолы их имеют большую протяженность, чем ореолы меди, свинца, бария. Ореолы последних, как трудноподвижные элементы-индикаторы, имеют ограниченные размеры и более того, отражают наличие как скрытых рудопроявлений, так и их эндогенных ореолов.

Во вторую совокупность входит зона южного фланга Марцигетского разлома, где широко развит вулканогенно-осадочный комплекс пород среднего эоцена, осложненный дайками и многочисленными разломами второго порядка. Западная часть площади перекрыта базальтами плиоцена. Эта зона охватывает 80% исследуемой территории.

В грунтово-трещинных водах этой зоны количество микрокомпонентов довольно представительно (порядка 30).

По коэффициентам миграции элементы-индикаторы расположены следующим образом:  $\text{Sb} \rightarrow \text{Ag} \rightarrow \text{Bi} \rightarrow \text{Zn} \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{Pb} \rightarrow \text{Ba}$ .

Общим для аномальных площадей этой совокупности является близость численных значений коэффициентов аномальности и миграции элементов-индикаторов с аналогичными показателями контрольных объектов. Наблюдается закономерность размещения аномальных площадей по разрывным нарушениям, а в некоторых случаях повторение контуров даек. Почти на всех аномальных площадях золота присутствует в тех или иных количествах.

В обобщенной таблице 2 приведены сведения по их вещественному составу, коэффициентам аномальности и подвижности элементов-индикаторов и др., имеющие прямое отношение к гидрогеохимическим поисковым признакам изученного рудного района, в частности, закономерностям формирования водных ореолов сульфидной минерализации.

В ореольных водах элементы-индикаторы мигрируют в различных формах—в виде сложных комплексных соединений. Определенный интерес представляют формы существования золота. Исходя из того, что ореольные воды имеют  $pH=6,8-7,7$  с ионной силой от 0,01 до 0,005, были обнаружены комплексные формы золота. Таковыми явились гидрокомплексы  $[Au(OH)]$ ,  $[Au(OH)_4^-]$ ,  $Au(OH)_5^{2-}$ , хлоридный  $[AuCl_2^-]$  и сульфидный  $[AuS^-]$  комплексы.

Определение комплексных соединений золота в ореольных водах позволяет ориентировочно предположить температурный режим гидротермальных растворов во время рудообразования [3]. В частности, на Орском участке медные и медно-гематитовые руды, по-видимому, образовались при низко-среднетемпературном режиме—200—300°C. Последнее подтверждается характерной минеральной ассоциацией: пирит-гематит-халькопирит-энаргит.

Таблица 2

Гидрогеохимическая характеристика ореольных вод металлогенических зон, примыкающих к Марцигетскому рудному полю

Гидрогеохим. признаки рудопроявлений	Сомхето-Карабахская	Севано-Акеринская
1. Главные эл.-индикаторы	Медь, молибден, золото, цинк, сульфат-ион.	Цинк, барий, медь, золото, свинец, сульфат-ион
2. Второстепенные эл.-инд. Коэффициенты миграции Коэффициенты аномальности	Серебро, барий, мышьяк, сурьма Sb → Ag → Mo → Zn → Cu → Pb → Ba Mo → Zn → Ag → Ba → Cu	Сурьма, ртуть, серебро, висмут Sb → Ag → Bi → Zn → Cu → Pb → Ba Pb → Sb → Mo → Zn → Ag → Ba → Cu → Bi
Уровни эрозионного среза выявленных аномалий	Средний и нижний—медное оруденение	Верхний и средний—полиметаллическое оруденение

Как показали исследования, аномальные площади и отдельные высокие содержания золота приурочены к дацитовым порфирирам, прорванным дайками такого же состава, и липарито-дацитовым и андезитовым порфирирам. В первом случае они закономерно ассоциируются с цинком, свинцом, серебром и сурьмой, а во втором—с медью. Это говорит о том, что золото связано с двумя типами оруденения—полиметаллическим и медным. Данный факт более наглядно подтверждается коэффициентом зональности.

Выявленные высокие содержания золота заслуживают детального изучения.

Институт геологических наук АН Армении

Поступила 25 XII.1989.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. М.: Недра, 1983.
2. Кюрегян Т. Н. Оптимизация литохимических параметров на примере Арманисского рудного поля. — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1985, т. XXXVIII, № 1.
3. Летников Ф. А., Вилор Н. В. Золото в гидротермальном процессе. М.: Недра, 1981.

В. С. САРКИСЯН, А. Ж. ЧИТЧИАН, А. А. САРГСЯН

## НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГИДРОДИНАМИКИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ОХРАНЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Во многих регионах страны мощность действующих очистных сооружений намного меньше, чем количество образующихся сточных вод. Утилизация концентрированных стоков представляет сложную народнохозяйственную проблему и, к сожалению, уже вызывает нежелательные изменения качественных показателей водных объектов. Сбросы неочищенных и недостаточно очищенных сточных вод в открытые водные объекты повсеместно приводят к прогрессирующему загрязнению рек, водохранилищ, а также подземных вод, которые широко используются в различных отраслях народного хозяйства, а в некоторых случаях являются единственным источником водоснабжения. Многие источники воды стали непригодными для хозяйственного, бытового, промышленного водоснабжения и орошения сельскохозяйственных земель.

Степень очистки сточных вод механическими и биологическими очистными станциями не превышает 80—90%. Растворенные минеральные соли и биогенные вещества удаляются в незначительной степени. Содержание азота уменьшается в среднем на 40%, фосфатов—30%, калия—20%, а другие минеральные соли практически полностью проходят через очистные сооружения. Несравненно более высокие результаты при значительно меньших затратах достигаются при очистке, а в некоторых случаях при доочистке сточных вод в естественных условиях (степень очистки составляет 95—99%) [2, 3].

Из всего многообразия естественной очистки остановимся на тех, которые протекают в почвогрунтах зоны аэрации.

Перспективным направлением является использование после их предварительной подготовки сточных вод и жидких навозов на сельскохозяйственных полях орошения (ЗПО) или очистки и доочистки на полях фильтрации (ПФ).

ЗПО и ПФ представляют собой спланированные с незначительным уклоном карты (емкости), разделенные земляными оградительными валиками. Сточные воды распределяются по картам, где они фильтруются через грунты зоны аэрации и попадают в грунтовые воды или отводятся осушительной дренажной сетью. При этом эмульгированные и растворенные вещества поглощаются почвогрунтом. Однако поглощательная способность почвогрунтов со временем уменьшается, и концентрация фильтрата, попадающая в грунтовые воды, увеличивается и через некоторое время достигает предельно допустимого значения (годность сооружения практически исчерпана). Содержащиеся в сточной воде взвешенные вещества образуют на полях фильтрации или накопителях ЗПО осадок (илистый слой), мощность которого со временем возрастает и требуется его очистка от ила. Здесь возникает необходимость создать цикл технологических процессов очистки сточных вод на ЗПО и ПФ, изучить количественные и качественные характеристики сточных вод, почвогрунтов данного региона, составить карты залегания грунтовых вод, выбрать территорию для полива и накопителя, установить норму, режим полива и т. д.

Очистка сточных вод на ЗПО и ПФ происходит за счет фильтрации этих жидкостей через пористую среду с поглощением и переносом веществ, которые подчиняются уравнениям фильтрации материального баланса вещества и кинетики поглощения [1].

В работах [4, 5] рассмотрены процессы массопереноса и массообмена при линейной кинетике поглощения вещества и постоянной исходной концентрации сточной воды. Однако в большинстве случаев концентрация сточных вод во времени колеблется и процессы массообмена происходят по нелинейной кинетике поглощения.

Рассмотрим одномерную фильтрацию сточных вод через однородную пористую среду. Если пренебречь диффузионным переносом веществ по сравнению с конвективным, то дифференциальное уравнение материального баланса примет вид:

$$v \frac{\partial c}{\partial x} + n_0 \frac{\partial c}{\partial t} + \frac{\partial b}{\partial t} = 0, \quad (1)$$

где  $v$  — скорость фильтрации,  $c$  — объемная концентрация веществ в водной среде,  $b$  — удельное объемное поглощение веществ пористой средой,  $n_0$  — начальная пористость среды,  $x$  — координата,  $t$  — время.

Нелинейную кинетику поглощения веществ можно представить в виде:

$$\frac{\partial b}{\partial t} = \alpha (b_0 - b) c, \quad (2)$$

здесь  $b_0$  — предельное объемное поглощение,  $\alpha$  — коэффициент скорости поглощения.

Если изменение концентрации сточных вод во времени аппроксимировать по закону косинуса, то крайевые условия для решения (1) — (2) будут

$$b\left(\frac{vt}{n_0}, t\right) = 0, \quad c = \frac{c_0}{2} (1 + \cos \omega t), \quad \omega = \frac{2\pi}{T}, \quad (3)$$

где  $c_0$  — максимальная концентрация,  $\omega$  — циклическая частота,  $T$  — периодичность изменения концентрации.

Из решения (1) — (3) получим:

$$c = \frac{c_0 \varphi (1 + \psi) (1 + \cos \omega t)}{2\psi (1 + \varphi)}, \quad (4)$$

$$b = \frac{b_0 \varphi}{1 + \varphi}, \quad (5)$$

здесь

$$\varphi = \psi \exp\left(-\alpha \frac{b_0}{v} x\right), \quad \psi = \exp\left[\frac{\alpha c_0}{2\omega} (\omega \tau + \sin \omega \tau)\right] - 1, \quad \tau = t - \frac{n_0}{v} x.$$

Если полагать, что  $c = c_*$  при  $x = l$ , из уравнения (4) методом подбора можно определить срок службы ЗПО или ПФ. Здесь  $c_*$  — предельно-допустимая концентрация фильтрующихся сточных вод на подходе к — глубина залегания грунтовых вод.

При относительно высоких концентрациях сточных вод и больших размерах взвешенных веществ, через некоторый момент времени  $t_*$  дальнейшее проникновение дисперсных и коллоидных частиц вглубь пористой среды прекращается и начинается процесс образования осадка (пленки) над фильтрующей средой (6). Критическое значение удельного объемного поглощения задержанных средой вещества  $b_*$  можно определить из граничного условия

$$b(x, t) = b_*. \quad (6)$$

Тогда из (5) и (6) имеем

$$b_* = b_0 \left\{ 1 - \exp\left[-\frac{\alpha c_0}{2\omega} (\omega t_* + \sin \omega t_*)\right] \right\}. \quad (7)$$

Толщина осадка  $\delta(t)$  определяется из следующего балансового уравнения.

$$(1 - n_*) \frac{d\delta}{dt} = \frac{c_0 v}{2} (1 + \cos \omega t), \quad (8)$$

при условии  $\delta(t_*) = 0$ .

После интегрирования (8), получим:

$$\delta(t) = \frac{c_0 v}{2\omega(1 + n_*)} [\omega(t - t_*) + \sin \omega(t - t_*)]. \quad (9)$$

Отложения загрязнений в пористой среде приводят к изменению ее пористости, а, следовательно, и проницаемости. Следуя Д. М. Минцу, изменение проницаемости пористой среды можно представить в виде:

$$k = k_0 \left( \frac{n}{n_0} \right)^3, \quad n = n_0 - b, \quad (10)$$

где  $k_0$  — исходное значение проницаемости.

Уменьшение  $k$  и образование осадка приводят к увеличению давления в пористой среде, которое в случае напорной фильтрации можно определить из уравнения:

$$a \frac{\partial^2 p_i}{\partial x^2} = \frac{\partial p_i}{\partial t}, \quad a = \frac{k}{\mu \beta^*}, \quad \beta^* = \beta_0 n_0 + \beta_1 (1 - n), \quad (11)$$

где  $a$  — пьезопроводность,  $p$  — избыточное давление,  $\mu$  — динамический коэффициент вязкости,  $\beta_1$  и  $\beta_2$  — коэффициенты упругости жидкости и пористой среды,  $i = 1, 2$  — порядок стадии (до и период образования осадка).

Уравнение (11) до образования осадка решается при условии

$$p_1(0, t) = p_0, \quad p_1(x, 0) = 0, \quad n_0 \frac{dl}{dt} = - \frac{k}{\mu} \frac{\partial p_1(l, t)}{\partial x} = v(t). \quad (12)$$

Решение (11) и (12) является автомодельным и имеет вид:

$$p_1 = p_0 \operatorname{erfc} \xi, \quad (13)$$

где  $\operatorname{erfc} \xi = 1 - \operatorname{erf} \xi$ ,  $\operatorname{erf} \xi = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^\xi \exp(-u^2) du$  —

— интеграл вероятности,  $\xi = \frac{x}{2\sqrt{at}}$ .

Определяя из (13)  $\partial p_1(l, t) / \partial x$  и вводя в (12), находим значение

$$v(t) = \frac{kp_0}{\mu \sqrt{\pi a t}} \exp(-\lambda^2), \quad \lambda = \frac{l}{2\sqrt{at}}. \quad (14)$$

где  $l$  — координата фронта промачивания.

Для определения  $v(t)$  по выражению (14) должны иметь значения  $l(t)$  или  $\lambda$ . Из условия (12) имеем

$$v(t) = n_0 \frac{dl}{dt} = n_0 \lambda \sqrt{\frac{a}{t}}. \quad (15)$$

Сравнивая значение  $v(t)$  по (14) и (15), получим:

$$\lambda \exp(-\lambda^2) = \frac{kp_0}{\sqrt{\pi \mu a n_0}}. \quad (16)$$

Из трансцендентного уравнения (16)  $\lambda$  определяется методом подбора.

Если происходит образование осадка второй стадии фильтрации над поверхностью земли, то уравнение (11) решается при условиях

$$p_{22}(0, t) = p_0, \quad p_{22}(\delta + l, t) = 0, \quad p_{21}(x, t_*) = p_1(x, t_*),$$

$$k_* \frac{\partial p_{22}(\delta, t)}{\partial x} = k \frac{\partial p_{21}(\delta, t)}{\partial x}, \quad (17)$$

где  $p_{22}$  и  $p_{21}$  — соответственно давления в областях осадка и грунта,  $k_*$  и  $n_*$  — проницаемость и пористость осадка. Началом координат во время второй стадии фильтрации принята верхняя поверхность осадка.

Решая (11) при условии (17), находим

$$p_{21} = p_0 \left[ \operatorname{erf} \frac{x}{2\sqrt{at_*}} - \frac{k_*}{k_1} \left( \operatorname{erf} \xi - \operatorname{erf} \frac{x}{2\sqrt{at_*}} \right) / \operatorname{erf} \frac{(l+\delta)}{2\sqrt{at}} \right], \quad (18)$$

$$p_{22} = p_0 \left[ 1 - \operatorname{erf} \xi / \operatorname{erf} \frac{(l+\delta)}{2\sqrt{at}} \right]. \quad (19)$$

Во время второй стадии значения в  $l$  определяются из следующего кинематического уравнения

$$n_0 \frac{dl}{dt} + n_* \frac{d\delta}{dt} = - \frac{k}{\mu} \frac{\partial p_{21}(l, t)}{\partial x}. \quad (20)$$

В уравнение (20) положив значение  $n_* \frac{d\delta}{dt}$  из уравнения (8)

$l = 2\sqrt{at}$  и значение  $\partial p_{21}(l, t) / \partial x$  из уравнения (18), получим:

$$\frac{c_0 n_* v}{2n_0(1-n_*)} \sqrt{\frac{t}{a}} (1 + \cos \omega t) = \frac{kp_0 \exp(-\lambda^2)}{\sqrt{\pi \mu a} \operatorname{erf}(\lambda + \theta)} - \lambda, \quad (21)$$

где

$$\theta = \frac{c_0 v}{4\omega(1-n_*)\sqrt{at}} [\omega(t-t_*) + \sin \nu(t-t_*)].$$

Для конкретного момента  $t$  можно из (21) методом подбора определить значение  $\lambda$ , которое дает возможность определить значение  $l(t)$  и  $\nu(t)$ .

Для инженерных расчетов по прогнозу изменения концентрации жидких и твердых фаз необходимо знать параметры  $\alpha$ ,  $b_0$ ,  $b_*$ ,  $n_0$ ,  $n_*$ ,  $k_*$  и  $k_0$ , методика определения которых подробно освещена в работах [4, 5, 6].

Ереванский политехнический институт,  
НПО «Мелиорация» Минводхоза Армении,  
НИИ водных проблем и гидротехники  
Минводхоза Армении

Поступила 12 VI.1990.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Веригин Н. Н., Васильев С. В., Саркисян В. С., Шержуков Б. С. Гидродинамические и физико-химические свойства горных пород. М.: Недра, 1977, 270 с.
2. Львович А. И. Защита под от загрязнения. Л.: Гидрометиздат, 1977, 166 с.
3. Марьмов В. И. Использование промышленных сточных вод для орошения. М.: Колос, 1982, 72 с.
4. Саркисян В. С., Читчян А. Ж., Саргсян А. А. Основные закономерности процесса осветления суспензии на водоочистных фильтрах. — Изв. АН АрмССР, сер. ТН. 1986, т. XXXIX, №5, с. 39—42.
5. Саркисян В. С., Саргсян А. А. Массообмен при фильтрации жидкости, содержащей взвешенные, эмульгированные и растворенные вещества, через двухслойную пористую среду. — Изв. АН АрмССР, сер. ТН, 1989, с. 23—27.
6. Саркисян В. С., Читчян А. Ж. Закономерности фильтрования с образованием осадка на пористом патроне. М.: Химия и технология воды, 1981, т. 3, №5, с. 435—



$$C^T \Delta x = 0 \quad (1)$$

Матрица  $C^{n \times d}$  имеет линейно-независимые столбцы. Получаемую  $g$ -образную матрицу  $R^k$  коэффициентов вычисляем по способу временной фиксации  $d$  неизвестных с весами  $P_{\phi}$  [1]. Тогда, выполнив уравнивание с учетом ошибок исходных данных по рекуррентной формуле, учитывая условие (1), рассматриваем их как уравнения поправок с весами  $1/p=0$ , и после этого удаляем фиксацию неизвестных с обратными весами  $-1/P_{\phi}$ . Так, для нашей сети триалтерации на исходном монтажном горизонте матрицу  $Q_{\phi} = R_{\phi}^{-1}$  будем вычислять по рекуррентной формуле.

$$Q_i = Q_{i-1} - \frac{1}{q_i} Z_i^T Z_i \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

$$q_i = 1/P_i + a_i Z_i^T,$$

где вектор  $Z_i^T = Q_{i-1} \cdot a_i^T$ ;  $a_i$  — строка матрицы  $A$ .

„Измерив“ координаты  $x_0, y_0$  и  $y_7$  с весами  $P_{\phi} = 1$ , составим диагональную исходную матрицу

$$Q_0 = \begin{pmatrix} P^{-1} & 0 \\ 0 & 10^5 E \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_{3 \times 3} & 0 \\ 0 & 10^5 E_{13 \times 13} \end{pmatrix}$$

и после учета всех строк матрицы  $A$  с весами  $P_{ii} = 1$  и затем строк матрицы

$$C^T = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

с весами  $1/P_i = 0$ , получаемую также по рекуррентной формуле, полагая, что  $a_i = C_i^T$  ( $i=1, 2, \dots, d$ ), находим матрицу

$$\begin{array}{c} \begin{array}{ccc|c} 0 & 0 & 0 & \\ 0 & 0 & 0 & \\ 0 & 0 & 0 & \end{array} \\ \hline \begin{array}{c} \text{O} \\ 13 \times 3 \end{array} \left| \begin{array}{cccccccccc} 1.094 & 0.604 & -0.100 & 0.173 & -0.110 & 0.062 & 0.210 & -0.079 & 0.504 & \\ & 3.750 & -1.522 & 2.521 & -1.879 & 0.779 & 0.725 & -0.197 & 1.806 & \\ & & 1.828 & 1.159 & 1.629 & -0.638 & -0.248 & 0.016 & -0.660 & \\ & & & 2.505 & -1.655 & 0.668 & 0.452 & -0.097 & 1.149 & \\ & & & & 2.562 & -0.630 & -0.264 & -0.053 & -0.770 & \\ & & & & & 0.915 & 0.173 & -0.087 & 0.394 & \\ & & & & & & 1.157 & -0.096 & 1.056 & \\ & & & & & & & 0.888 & -0.389 & \\ & & & & & & & & & 2.318 \end{array} \right. \\ \hline \begin{array}{c} \text{Q} \\ 3 \times 4 \end{array} \left| \begin{array}{cccc} 0.185 & 0.385 & 0.759 & 0.022 \\ 0.701 & 1.406 & 2.807 & -0.245 \\ -0.282 & -0.532 & -1.087 & 0.296 \\ 0.457 & 0.902 & 1.813 & -0.257 \\ 0.358 & -0.637 & -1.331 & 0.604 \\ -0.134 & 0.294 & 0.569 & 0.106 \\ 0.106 & 0.556 & 0.692 & 0.10 \\ 0.023 & -0.193 & -0.212 & -0.247 \\ 0.417 & 1.348 & 1.702 & 0.166 \\ 1.008 & 0.503 & 0.649 & 0.079 \\ & 1.526 & 1.105 & 0.015 \\ & & 3.030 & 0.134 \\ & & & 0.872 \end{array} \right. \end{array} \quad (4)$$

Удаление „измерений“ координат с весами  $P_{\phi} = -1$  приводит к искомой матрице  $R^*$ , совпадающей с (4). Как видно, если матрица  $C$  фиксирует  $d$  неизвестных, то процесс удаления „измеренных“ неизвестных не нужен.

Матрица  $R^k$  при данной  $C$  соответствует уравниванию нуль-свободной сети с безошибочными координатами  $x_0, y_0$  и  $y_1$ .

При вычислении псевдообратной матрицы  $R^+$ , матрица  $C = B$ , где  $B$  — так называемая матрица конформного преобразования Гельмерга, которая состоит из полос  $B_i$

$$B_i = \begin{pmatrix} 1/\sqrt{k} & 0 & \bar{\eta}_i \\ 0 & 1/\sqrt{k} & -\bar{\xi}_i \end{pmatrix} \quad (i=1, 2, \dots, k), \quad (5)$$

где  $k$  — число пунктов;  $\bar{\eta}_i$  и  $\bar{\xi}_i$  — нормированные по столбцам центральные координаты пунктов, вычисленные по приближенным координатам.

В нашем примере матрица  $B$  имеет вид

$$B^T = \begin{pmatrix} 0.354 & 0 & 0 & 0.354 & 0 & 0.354 & 0 & 0.354 & 0 \\ 0 & 0.354 & 0.354 & 0 & 0.354 & 0 & 0.354 & 0 & 0.354 \\ -0.035 & -0.048 & -0.461 & 0.037 & 0.358 & -0.208 & -0.256 & -0.365 & -0.032 \\ 0 & 0.354 & 0 & 0.354 & 0 & 0.354 & 0 & 0.354 & 0 \\ \rightarrow 0.354 & 0 & 0.354 & 0 & 0.354 & 0 & 0.354 & 0 & 0 \\ -0.032 & 0.205 & -0.352 & 0.349 & -0.013 & 0.192 & 0.291 & 0.035 & 0 \end{pmatrix}$$

При  $C^T = B^T$ , выполнив те же действия, получим псевдообратную матрицу

$$R^+ = \begin{pmatrix} 0.036 & -0.006 & -0.003 & -0.041 & 0.019 & -0.098 & 0.062 & -0.139 & 0.024 \\ & 0.053 & 0.094 & 0.082 & 0.402 & 0.195 & 0.292 & 0.267 & 0.068 \\ & & 0.227 & -0.174 & 0.862 & 0.489 & -0.610 & 0.664 & -0.112 \\ & & & 0.993 & 0.727 & -0.361 & 0.283 & -0.452 & 0.023 \\ & & & & 3.790 & -1.716 & 2.419 & -2.303 & 0.356 \\ & & & & & 1.855 & -1.186 & 1.750 & -0.467 \\ & & & & & & 2.358 & -1.887 & 0.333 \\ & & & & & & & 2.831 & -0.416 \\ & & & & & & & & 0.732 \\ \\ -0.064 & 0.043 & -0.101 & -0.005 & -0.055 & -0.027 & -0.056 & & \\ -0.110 & 0.077 & -0.253 & -0.066 & -0.189 & -0.328 & 0.021 & & \\ -0.337 & 0.339 & -0.699 & -0.072 & -0.475 & -0.699 & 0.037 & & \\ 0.160 & -0.222 & 0.490 & 0.116 & 0.348 & 0.799 & -0.992 & & \\ 1.117 & -1.141 & 2.436 & 0.260 & 1.746 & 2.778 & -0.141 & & \\ -0.684 & 0.553 & -1.314 & -0.126 & -0.963 & -1.266 & 0.077 & & \\ 0.755 & -0.772 & 1.582 & 0.105 & 1.146 & 1.680 & -0.131 & & \\ \rightarrow -0.880 & 0.701 & -1.721 & -0.161 & -1.271 & -1.682 & 0.330 & & \\ 0.151 & -0.207 & 0.270 & -0.044 & 0.190 & 0.205 & 0.170 & & \\ 1.227 & -0.457 & 1.296 & -0.061 & 0.676 & 0.957 & -0.031 & & \\ & 1.320 & -1.124 & -0.080 & -0.663 & -0.988 & -0.186 & & \\ & & 2.885 & 0.250 & 1.654 & 2.142 & -0.084 & & \\ & & & 0.787 & 0.358 & 0.266 & -0.050 & & \\ & & & & 1.682 & 1.306 & -0.130 & & \\ & & & & & 2.957 & -0.090 & & \\ & & & & & & 0.716 & & \end{pmatrix}$$

Таким образом, весь вычислительный процесс может быть выполнен по одной и той же рекуррентной формуле. Фиксация неизвестных позволяет все измерения разделить на необходимые и избыточные, значительно снижая этим трудоемкость вычислений, и выполнить отбраковку грубых ошибок.

При учете по формуле (2) избыточного измерения отбраковка грубых ошибок выполняется вычислением допустимого свободного члена этого уравнения [2], например, по формуле

$$(l_i)_{\text{дон}} = t_{30} \sqrt{q_i} \quad (6)$$

где  $q_i$  — знаменатель второго слагаемого в рекуррентной формуле.

С исходного монтажного горизонта на второй монтажный горизонт проектируются точки 1, 2, 3, 4, 5 (рис. 2). На втором монтаж-

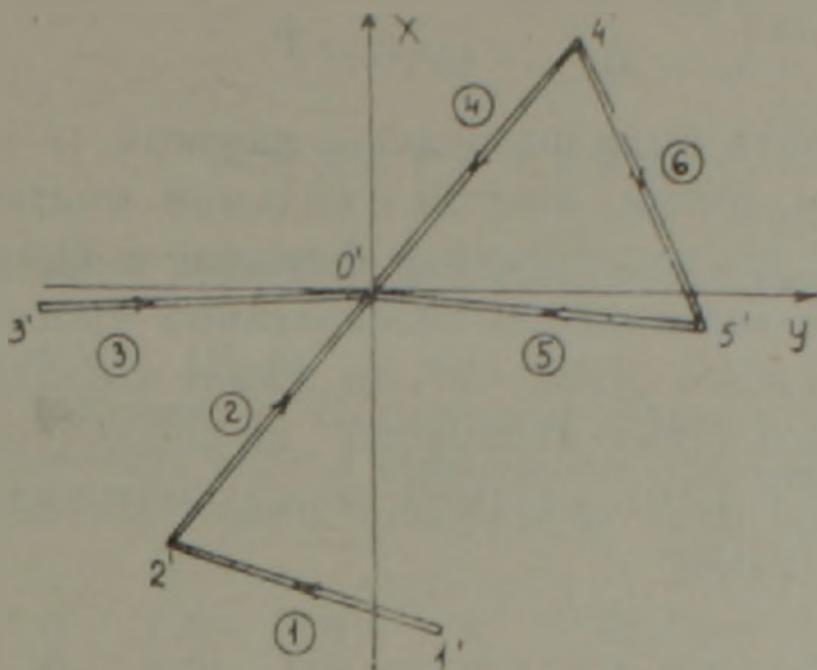


Рис. 2. Сеть трилатерации на первом монтажном горизонте.

ном горизонте трилатерационные измерения выполняются с той же точностью, что и на исходном монтажном горизонте. Как показано в [2], проекции 1', 2', 3', 4', 5' можно считать исходными данными с известной корреляционной матрицей  $Q_{н.д}$ , выбирается из матрицы  $R^k$  для пунктов 1', 2', 3', 4', 5' и равна

$$Q_{н.д} = \begin{array}{c|cccccc} x_1 & y_1 & x_2 & y_2 & x_3 & y_3 & x_4 & y_4 \\ \hline 1.094 & 0.604 & -0.098 & 0.174 & -0.110 & 0.062 & 0.210 & -0.079 \\ & 3.750 & -1.522 & 2.521 & -1.879 & 0.779 & 0.725 & -0.197 \\ & & 1.828 & -1.160 & 1.628 & -0.638 & -0.248 & 0.016 \\ & & & 2.505 & -1.655 & 0.668 & 0.453 & -0.098 \\ & & & & 2.562 & -0.630 & -0.264 & -0.053 \\ & & & & & 0.915 & 0.173 & -0.087 \\ & & & & & & 1.157 & -0.096 \\ & & & & & & & 0.888 \end{array}$$

$$\begin{array}{c|cc} x_5 & y_5 \\ \hline 0.504 & 0.185 \\ 1.806 & -0.701 \\ -0.664 & -0.282 \\ \rightarrow 1.149 & 0.458 \\ -0.770 & -0.358 \\ 0.394 & 0.134 \\ 1.056 & -0.110 \\ -0.388 & 0.022 \\ 2.318 & 0.417 \\ & 1.008 \end{array}$$

Матрицу  $Q$  на втором монтажном горизонте, как доказано в [2], целесообразно вычислять по рекуррентной формуле (2), где  $a_i$  — строка матрицы коэффициентов уравнений поправок, соответствующая  $i$ -му измерению. В качестве начальной матрицы  $Q_0$  можно принять диагональную матрицу

$$Q_0 = \begin{pmatrix} Q_{n,n} & 0 \\ 0 & 10^5 E^{2 \times 2} \end{pmatrix},$$

причем верхний ненулевой блок относится к пунктам 1'—5' и имеет размер  $10 \times 10$ , а нижний размера  $2 \times 2$ —к пункту 0'. Если необходимо получить матрицу  $Q$  на втором, третьем, четвертом и т. д. монтажных горизонтах, не изменяя схемы измерений, то  $Q_0$  следует принять равной

$$Q_0 = \begin{pmatrix} Q_{j-1} + Q_n & 0 \\ 0 & 10^5 E^{2 \times 2} \end{pmatrix}. \quad (7)$$

Для нашего варианта были вычислены матрицы  $Q$  на первом, втором, третьем, четвертом, пятом, шестом и седьмом монтажных горизонтах. Все  $Q_j$  вычислены по рекуррентной формуле с  $Q_0$  равной (7).

Результаты вычислений по составленной программе, реализующей алгоритм для ЭВМ „ДВК-2“, на языке *BEISIK*, показали, что при одной и той же схеме измерений на различных монтажных горизонтах (начиная с 1-го), разность между матрицами  $Q_j$  и  $Q_{j-1}$  при  $j \geq 3$  постоянна и равна

$$\Delta Q = \begin{pmatrix} 3.8 & 0.6 & 0.3 & -0.5 & 0 & 0 & -0.1 & -0.1 & 0 & 0 & -0.2 & 0 \\ & 2.2 & -0.9 & 1.6 & 0 & 0 & 0.2 & 0.2 & 0 & 0 & 0.4 & 0 \\ & & 2.2 & -0.3 & 0 & 0 & 1.0 & 1.3 & 0.4 & -0.2 & -2.1 & 0 \\ & & & 1.7 & 0 & 0 & 0.6 & 0.7 & 0.2 & -0.1 & 1.1 & 0 \\ & & & & 4.0 & -0.1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & & & & & 1.7 & -0.3 & -0.4 & -0.3 & 1.8 & -2.3 & 1.7 \\ & & & & & & 1.6 & -0.1 & 1.5 & -0.4 & 1.9 & -0.3 \\ & & & & & & & 2.5 & -1.1 & 0.1 & 1.6 & 0.3 \\ & & & & & & & & 2.1 & 1.5 & 0.3 & 0.3 \\ & & & & & & & & & 2.2 & -1.8 & 2.0 \\ & & & & & & & & & & 4.2 & -1.5 \\ & & & & & & & & & & & 1.8 \end{pmatrix} \quad (8)$$

Таким образом, для любого монтажного горизонта при одной и той же схеме измерений при  $j \geq 3$  справедлива формула

$$Q_j = Q_2 + (j-2) \cdot \Delta Q. \quad (9)$$

Формула (9) имеет большое практическое применение при уравнивании пространственной сети ответственных сооружений, где необходимо проектировать на высшие монтажные горизонты пункты с исходного монтажного горизонта.

В статье Африкян А. Г. „К вопросу об уравнивании пространственной сети“ описан пример уравнивания нашей свободной сети (рис. 1) как жесткой, с фиксированными координатами  $x_0, y_0, z_1$ . Получаемая при жестком уравнивании матрица обратных весов координат  $Q$  совпадает с матрицей  $R_{22}^{-1}$  в матрице  $R^x$  при уравнивании свободной сети.

Кроме того, получаемая при уравнивании свободной сети матрица  $R^+$  играет большую роль при анализе деформаций инженерных сооружений; так, имея  $R^+$ , а затем, применяя соответствующие статистические критерии, выявляют стабильные пункты.

При проектировании на высшие монтажные горизонты при уравнивании несвободной сети получаются разности  $\Delta Q$  такие же, как и при уравнивании свободной сети. Из этого следует, что приведенная

без доказательств в [2] формула (9) справедлива как для свободной, так и для несвободной сети. В обоих случаях вычислены  $Q$  на седьмом монтажном горизонте и результат  $\Delta Q$  (8) постоянен.

Следовательно, независимо от того, какая сеть свободная или несвободная, при одной и той же схеме измерений при проектировании на высшие монтажные горизонты пунктов с исходного монтажного горизонта справедлива вышедоказанная формула (9).

Ереванский политехнический институт

Поступила 16.I.1990.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Маркузе Ю. И. Способ временной фиксации неизвестных при уравнивании геодезических со свободными блоками. Известия вузов. Геодезия и аэрофото-съемка. 1986, № 4, с. 13—24.
2. Маркузе Ю. И., Рабинович И. Е. Системный подход к проектированию и уравниванию геодезических сетей в строительстве. Системные исследования в геодезии. Межузовский сборник. Новосибирск: НИИГАиК, 1984, с. 52—60.