ՀՍՍՀ ԳԱ Տեղեկագիր

ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

EARTH SCIENCES

ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈԼԵԳԻԱ

Պատասխանատու խմբագիր՝ երկր.-հանք. գիտ. դոկտոր Է. Ա. Խաչատրյան
Պատ. խմբ. տեղակալ՝ երկր.-հանք. գիտ. թեկնածու Ա. Ս. Ֆարամազյան

Անդամներ՝ ՀՍՍՀ ԳԱ թղթ.-անդամ Ա. Բ. Բաղդասարյան, երկր.-հանք. գիտ. թեկնածու Գ. Պ. Բաղդասարյան, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթ.-անդամ Ա. Հ. Գաբրիելյան, երկր.-հանք. գիտ. թեկնածու Ն. Ի. Դոլուխանովա, տեխն. գիտ. դոկտոր Բ. Կ. Կարապետյան, երկր.-հանք. գիտ. թեկնածու Վ. Պ. Հասրաթյան, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս Հ. Գ. Մաղաքյան, երկր.-հանք. գիտ. թեկնածու Բ. Մ. Մելիքսեթյան, երկր.-հանք. գիտ. թեկնածու Կ. Գ. Շիրինյան, երկր.-հանք. գիտ. թեկնածու Հ. Մ. Վանցյան, տեխն. գիտ. դոկտոր Գ. Ի. Տեր-Ստեփանյան, երկր.-հանք. գիտ. դոկտոր Ա. Ե. Քոչարյան:

Պատասխանատու քարտուղար՝ Է. Ս. Ռոստոմովա

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Ответственный редактор доктор геол.-мин. наук *Э. А. Хачатурян.*
Зам. отв. редактора канд. геол.-мин. наук *А. С. Фарамазян.*

Члены: канд. геол.-мин. наук *В. П. Асритян*, чл.-корр. АН Арм. ССР *А. Б. Багдасарян*, канд. геол.-мин. наук *Г. П. Багдасарян*, канд. геол.-мин. наук *Г. М. Ванцян*, чл.-корр. АН Арм. ССР *А. А. Габриелян*, канд. геол.-мин. наук *Н. И. Долуханова*, докт. техн. наук *Б. К. Карапетян*, докт. геол.-мин. наук *А. Е. Кочарян*, академик АН АрмССР *И. Г. Магакьян*, канд. геол.-мин. наук *Б. М. Меликсетян*, докт. техн. наук *Г. И. Тер-Степанян*, канд. геол.-мин. наук *К. Г. Ширинян.*

Ответственный секретарь *Э. С. Ростомова.*

ՀՍՍՀ ԳԱ Հրատարակչություն
Издательство АН Армянской ССР

Հանդեսը լույս է տեսնում տարին 6 անգամ
Журнал выходит 6 раз в год

Խմբագրության հասցեն է՝
Երևան 19, Բարեկամության 24

Адрес редакции:
Ереван 19, Барекамутян, 21

АЖС 409

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
НАУКИ О ЗЕМЛЕ

№ 2 том XXVII 1974

СОДЕРЖАНИЕ

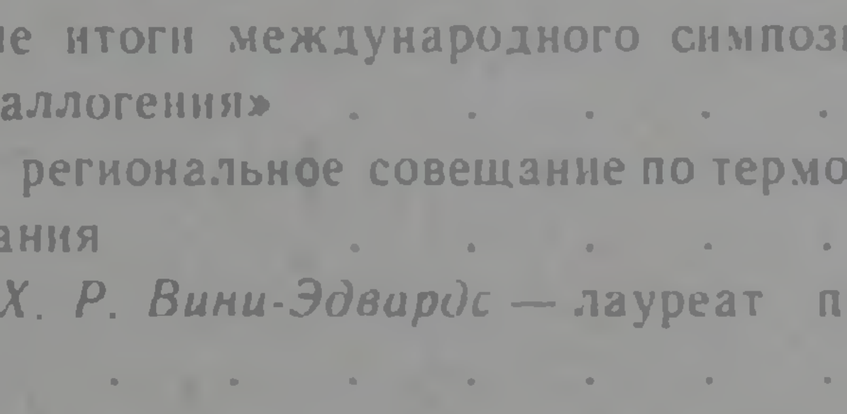
Г. С. Ходжабагян, Р. А. Арутюнян, Б. М. Меликсетян. Особенности геологического строения и магматизма юго-восточной части Мегринского рудного района 3
О. П. Гуюмджян. Известковые биметасоматические скарны Западного Баргушата 19
Э. М. Мадатян. Место и значение кварц-порфировых даек Зодского золоторудного месторождения в процессе оруденения 31
В. Б. Барсегян, Э. Х. Гулян, А. А. Маркосян, Р. А. Торосян. О перспективах Анкасарского медно-молибденового месторождения на основании геолого-структурных и геохимических данных 48
Ш. О. Амирян. К минералогии и геохимии руд Лалигюхского золото-сульфидного месторождения 57
Г. М. Григорян, Ю. С. Медведев, В. Н. Орлов. Применение рентгенорадиометрического метода при опробовании руд на медно-полиметаллических месторождениях Армении 62
Ш. А. Мусаелян, Е. М. Пекелис. О кинематике воздушного потока над Севано-Гегамской системой орографических и термических неоднородностей 69
Д. А. Погосян. О составлении комплексной морфометрической карты рельефа Армянской ССР 79
Ф. С. Геворкян. Метод определения объема сноса с поверхности суши 92

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Л. В. Косицына. Зависимость значения содержания пробы от вида опробования 93
И. Г. Хаханова. Биогенные и органические вещества озер Севан и Арпи 97

НАУЧНАЯ ХРОНИКА

А. Е. Кочарян, Ю. В. Саядян. О работе IV Всесоюзного совещания по изучению четвертичного периода 100
К. М. Мурадян. Основные научные итоги международного симпозиума «Вулканизм и связанная с ним металлогения» 104
О. Г. Маданян, Р. А. Саркисян. IV региональное совещание по термобарогеохимии процессов минералообразования 107
Э. Г. Малхасян, Г. А. Карапетян. Х. Р. Вини-Эдвардс — лауреат премии имени Л. А. Спиридонова 109



ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿԻՐ ՄԱՍԻՆ

№ 2 Հատոր XXVII 1974

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Գ. Ս. Խոջաթաղյան, Ի. Ա. Հարությունյան, Ռ. Մ. Մելիմսեթյան. *Մեղրու հանքային շրջանի հարավ-արևելյան մասի երկրաբանական կառուցվածքի և մագմատիզմի առանձնահատկությունները* 3

Հ. Գ. Խույումջյան. *Արևմտյան Բարգուշատի բիմետասոմատիկ սկառները* . . . 19

Է. Մ. Մադաթյան. *Քվարց-պորֆիրային դայկաների տեղն ու նրանց նշանակությունը Ջոդի ոսկու հանքավայրի ձևավորման պրոցեսում* 31

Վ. Բ. Բաբանեղյան, Է. Խ. Ղույյան, Ա. Ա. Մարկոսյան, Ի. Ա. Թորոսյան. *Հանքասարի պրինձ-մոլիբդենային հանքավայրի հեռանկարների բացահայտումը երկրաբանա-ստրուկտուրային և գեոքիմիական տվյալների հիման վրա* 48

Ն. Հ. Ամիրյան. *Ալիգյուզի ոսկի-սուլֆիդային հանքավայրի հանքանյութերի միներալոգիայի և գեոքիմիայի հարցի շուրջը* 57

Հ. Մ. Տրիգորյան, Յու. Ս. Մեղվեդև, Վ. Ն. Օրլով. *Ռենտգենա-ռադիոմետրիական մեթոդի կիրառումը Հայաստանի պղինձ-բազմամետաղային հանքանյութերի նմուշարկման գործում* 62

Շ. Ա. Մուսայելյան, Ն. Մ. Պեկելիս. *Անանա-Գեղամա օրոգրաֆիկ և ջերմային անհամասեռությունների համակարգի օդային հոսանքի կինեմատիկայի մասին* . . 69

Գ. Ա. Պողոսյան. *Հայկական ՍՍՀ ռելիեֆի կոմպլեքսային մորֆոմետրիկ քարտեզի կազմման մասին* 79

Յ. Ս. Կևորկյան. *Ցամաքից տեղատարման ծավալի որոշման մեթոդ* 92

Համառոտ հաղորդումներ

Լ. Վ. Կոսիգինա. *Նմուշի պարունակության նշանակության կախվածությունը նմուշարկման եղանակից* 93

Ի. Գ. Խախանով. *Անանա և Արփի լճերի բիոգեն և օրգանոգեն նյութերը* . . . 97

Գիտական խրոնիկա

Ա. Ս. Բոյաջյան, Յու. Վ. Սայադյան. *Ջուրբորդական դարաշրջանի ուսումնասիրմանը նվիրված IV Համամիութենական խորհրդակցության աշխատանքների մասին* 100

Կ. Մ. Մուրադյան. «Հրաբխականությունը և նրա հետ կապված մետաղածնությունը» մի ջագգային սիմպոզիումի հիմնական գիտական արդյունքները 104

Հ. Գ. Մալխասյան, Ռ. Հ. Սարգսյան. *Միներալառաջացման պրոցեսների թերմոբարոքիմիային նվիրված IV ռեգիոնալ խորհրդակցությունը* 107

Է. Գ. Մալխասյան, Գ. Ա. Կարապետյան. *Հ. Ռ. Վինի-Էդվարդսը՝ լ. Ա. Սպենդիարովի անվան մրցանակի դափնեկիր* 109

Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле 2, 3—18, 1971

УДК 551. 25

Г. С. ХОДЖАБАГЯН, Р. А. АРУТЮНЯН, Б. М. МЕЛИКСЕТЯН

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И МАГМАТИЗМА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ МЕГРИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

Мегринский рудный район расположен в южной части Памбак-Зангезурской структурно-металлогенической зоны и характеризуется чрезвычайно сложным геологическим строением, структурными особенностями, магматизмом и металлогенией.

Геологии и металлогении Зангезура посвящено значительное число работ [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 и др.], однако, несмотря на сравнительно детальную изученность, некоторые вопросы геологического строения области и особенно ее юго-восточной части продолжают оставаться сравнительно слабо освещенными.

В результате детальных геологических исследований последних лет, проведенных нами в юго-восточной части Мегринского района, в несколько ином свете освещены вопросы стратиграфии, магматизма, тектоники и рудоносности указанной территории, граница которой проходит по Шишкерт-Гиратахскому разлому.

Наиболее полная *стратиграфическая схема* разработана С. С. Мкртчяном [7] после установления фаунистически охарактеризованных известняков верхнего девона (фиг. 1).

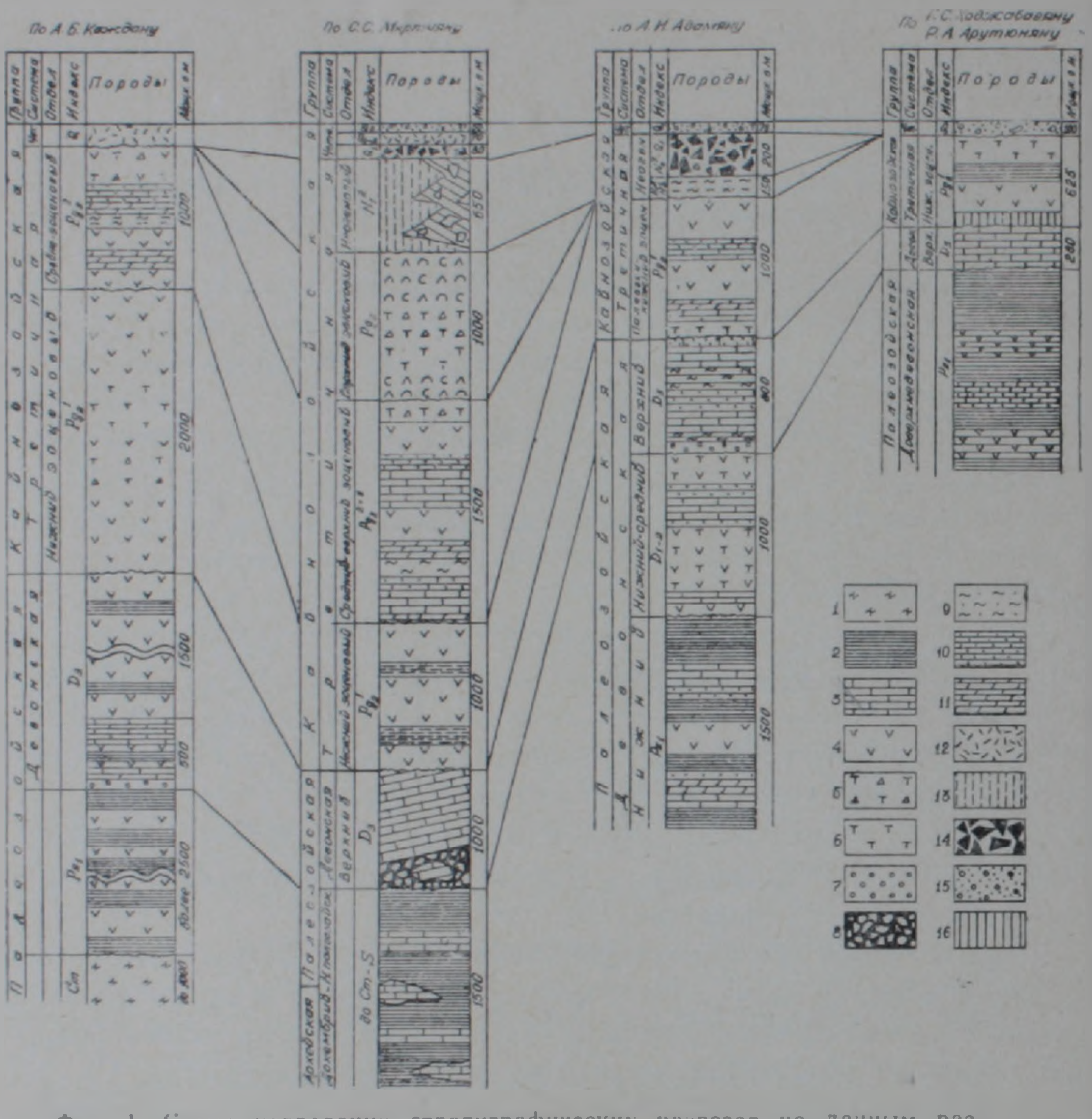
В геологическом строении юго-восточной части Мегринского рудного района (фиг. 2) принимают участие разнообразные вулканогенно-осадочные и метаморфические породы, в различной степени дислоцированные и прорванные интрузиями различного состава и возраста.

Геологический разрез области нами представляется в следующем виде (снизу вверх).

а) *Доверхнедевонские породы.* Вопрос наличия допалеозоя и нижнего палеозоя в пределах изучаемой территории является одним из самых спорных.

В 1939 г. в ядре Зангезурского антиклинория С. С. Мкртчяном впервые описаны метаморфические породы, которые условно отнесены к кембрию-докембрию, учитывая их стратиграфическое положение и степень метаморфизма. К такому выводу пришли также последующие исследователи южного Зангезура [3, 8]. Обнажаются они на левом берегу р. Аракс от реки Нгиз до коч. Сыгырт и узкой полосой вдоль Шишкерт-Гиратахского разлома, по которому контактируют с породами мезозоя.

По данным исследователей Ирана (Д. В. Иванов, Т. Рибен), метаморфические сланцы этой толщи имеют широкое развитие на правобережье р. Аракс вдоль Карадагского хребта и резко несогласно перекрываются отложениями среднего палеозоя и верхнего мела, а по данным Дж. Штеклина [9], также породами нижнего палеозоя и даже инфракембрия.



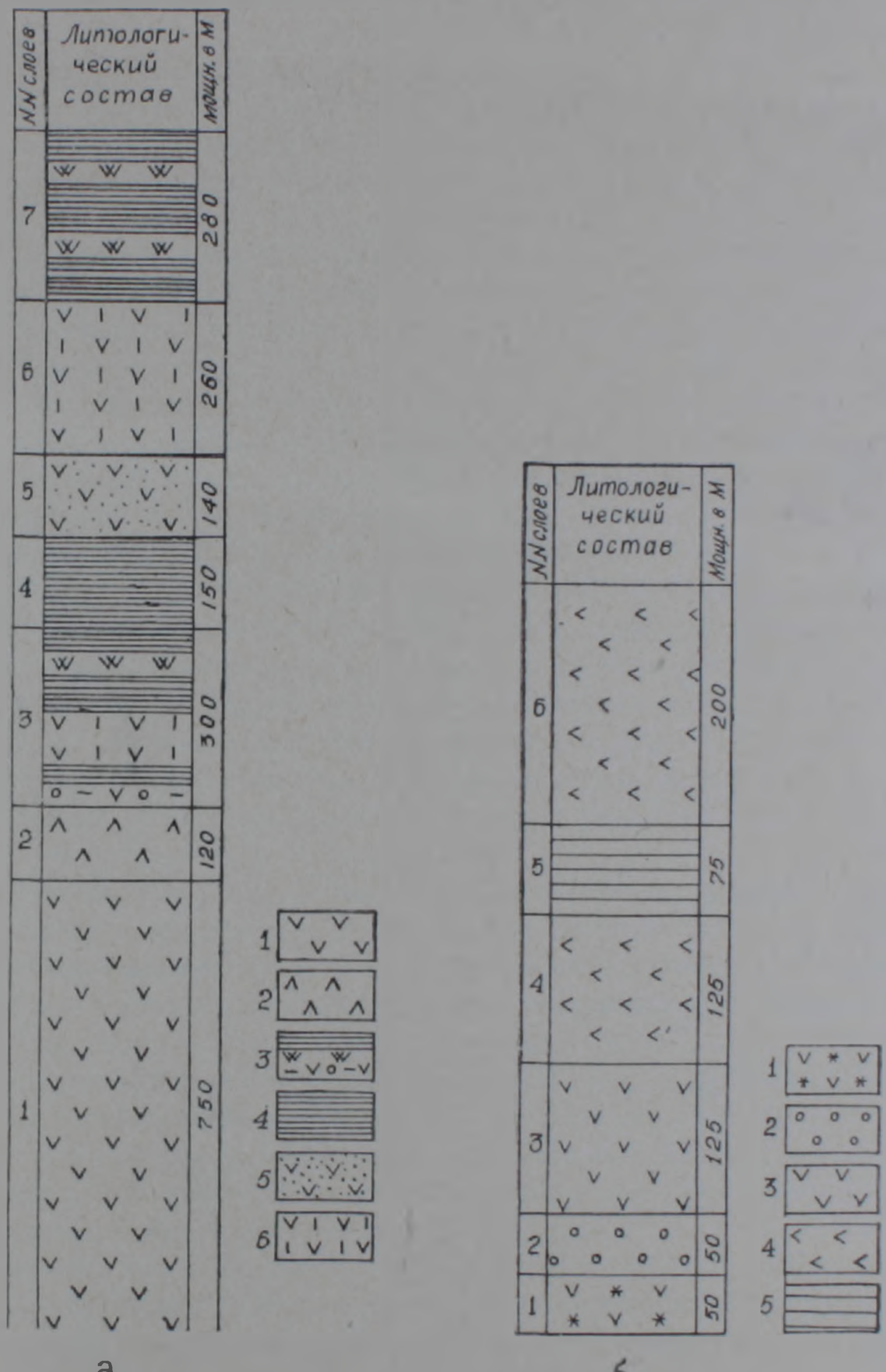
Фиг. 1 Схема корреляции стратиграфических разрезов по данным различных авторов. 1. Кристаллические сланцы, 2. Метаморфические сланцы, 3. Известняки. 4. Порфириты, 5. Туфобрекчии. 6. Туфы и туффиты, 7. Конгломераты. 8. Базальные конгломераты, 9. Глинисто-песчанистые породы, 10. Аргиллиты и песчаники. 11. Мергели, 12. Базальты, 13. Угленосная толща, 14. Красные брекчии. 15. Современные образования, 16. Роговики.

Толща метаморфических пород представляет собой очень сложное гетерогенное образование, в основании которого находится вулканогенно-осадочная свита, прорванная интрузиями основного состава с дайковыми образованиями. Затем все породы вместе подверглись в течение длительного времени различным метаморфическим воздействиям, в частности, зеленокаменному изменению, окварцеванию и местами динаметаморфизму.

Толща сложена из отчетливо рассланцованных пород различного петрографического состава (фиг. 3а), нередко связанных между собой фациальными переходами, среди которых преобладают амфиболиты, разнообразные сланцы, метаморфизованные туфобрекчии, мраморизо-

Фиг. 2. Геологическая карта юго-восточной части Мегринского района. Составили: Г. С. Ходжабагян, Р. А. Арутюнян.

1. Аллювиально-делювиальные отложения, конгломераты. 2. Порфириты и их пирокласты. 3. Сланцы. 4. Роговики и ороговикованные порфириты. 5. Известняки грубоплитчатые. 6. Межформационные конгломераты. 7. Туф базальтовый. 8. Сланцы метаморфические, гидротермально измененные. 9. Порфириты, туфы и туффиты. 10. Известняки. 11. Известняки мраморизованные, метаморфизованные. 12. Туфы и туфобрекчии. 13. Сланцы метаморфические. 14. Порфириты рассланцованные. 15. Известняки мраморизованные. 16. Амфиболиты. 17. Туф дацитовый. Палеозойские интрузии: 18. Габбро, габбро-диориты, диабазы (нижний палеозой). 19. Граниты (верхний палеозой). 20. Плагиограниты. 21. Граниты аплитовидные, третичные интрузии III фазы. 22. Сиениты, щелочные сиениты, нефелиновые сиениты II фазы. 23. Монцониты, нефелиновые монцониты, монцогранодиориты, монцодиориты. 24. Габбро, габбро ортоклазовое. 25. Плагиограниты, I фаза: 26. Габбро, габбро-диориты. 27. Вторичные кварциты. 28. Скарны и скарнированные известняки. 29. Контактовые роговики. 30. Аплиты и пегматиты. 31. Гранодиорит-порфиры. 32. Диоритовые порфириты. 33. Диабазовые порфириты. 34. Габбро-порфиры. 35. Лампрофиры. 36. Кварц-карбонатные жилы и зоны. Контакты: 37. Согласный. 38. Несогласный. 39. Фациальный. 40. Интрузивный с направлением падения. 41. Шишкерт-Гиратахский надвиг. 42. Тектоническое нарушение: а) установленное, б) предполагаемое. 43. Оси антиклиналей и синклиналей. 44. Элементы залегания.



Фиг. 3. а) Разрез доверхнедевонских метаморфических пород по реке Шаниндзор. 1. Порфириты рассланцованные. 2. Диабазовые порфириты. 3. Пачка переславающихся сланцев, вторичных кварцитов и эпидотизированных амфиболитов. 4. Метаморфические сланцы. 5. Интенсивно метаморфизованный амфиболизированный порфирит. 6. Амфиболит. б) Разрез нижнеэоценовых отложений района коч. Боли-шен: 1. Порфириты ожелезненные. 2. Роговики. 3. Порфириты. 4. Литокристаллокластический туф. 5. Сланец.

ванные известняки, вторичные кварциты, рассланцованные порфириты с прослоями различных роговиков. Мощность толщи в районе 1100—2000 *м*.

Метаморфическая толща прорывается интрузиями палеозойского (габброиды и гранитоиды) и третичного (Мегринский плутон) возрастов и многочисленными дайками порфиритов и лампрофиров, которые отчетливо несут следы метаморфизма.

Некоторые исследователи [1, 2] эти породы рассматривают как контактово-метасоматические, возникшие в результате воздействия кислых и щелочных интрузий на вулканогенные образования и относят их к палеозою (D_{1-2}).

Исходя из петрографического состава и условий залеганий рассматриваемой толщи, Б. М. Меликсетян приходит к выводу, что последняя образовалась за счет древних вулканогенно-осадочных пород вследствие регионального и контактового метаморфизма.

В последнее время многие исследователи южного Зангезура [4, 5], а также В. Т. Акопян и О. П. Гуюмджян после изучения некоторых разрезов (Сваранц, Шишкерт, Гехи) метаморфической толщи приходят к выводу о более молодом—мезозойском (мел) их возрасте.

Данные определения абсолютного возраста пород метаморфической толщи (Гукасян Р. Х., Меликсетян Б. М. [6], Ходжабагян Г. С., Арутюнян Р. А.) колеблются в пределах 37—40 млн. лет. Однако это возраст (Pg_3) последнего метаморфизма, связанного с внедрением Мегринского плутона.

На основании имеющихся данных, полученных в результате работ последних лет, нам представляется возможным определение возраста толщи лишь как *доверхнедевонского*. При этом некоторые нижеследующие факты, видимо, исключают возможность датирования ее как докембрийской.

1. Тектонические условия района исключают возможность выхода древнего субстрата в ущелье р. Аракс, ввиду погружения в этом направлении осей исключительно всех складчатых структур.

2. Слабая степень метаморфизма, который скорее всего является контактовым (степень метаморфизма уменьшается по мере удаления от контакта с интрузией), чем региональным, а породы могут быть отнесены к метаморфизованным, а не к метаморфическим фациям. Более обоснованным является отнесение этой толщи к нижнему и среднему палеозою.

Авторы не могут согласиться также с выводами А. А. Белова и других авторов о мезозойском возрасте толщи из-за неимения достоверных фактов и исходя из следующих положений:

1. Приведенные данные А. А. Белова, В. Б. Барсегяна, А. А. Габриеляна, О. П. Гуюмджяна, В. Т. Акопяна и др. получены по районам, значительно отдаленным от площади исследований, и проведение полной корреляции пока не представляется возможным.

2. Сомнительно наличие такого регионального взбросо-надвига (с

большой амплитудой) между отложениями верхнего девона и «базальными» конгломератами, так как он на территории юго-восточной части Мегринского рудного района отсутствует [4, 5].

3. Отсутствие метаморфизма конгломератов, залегающих согласно (А. А. Белов) с нижележащей сильно метаморфизованной толщей «нижних порфиритов».

4. Фаунистически охарактеризованные карбонатные породы нижнего мела Алаверди-Кафанской тектонической зоны, контактирующие вдоль Шишкерт-Гиратахского разлома с верхнедевонскими породами, резко отличаются друг от друга литологическим составом, разрезом, степенью метаморфизма и структурной позицией, вследствие чего идентичными быть не могут.

б) *Отложения верхнего девона* имеют очень ограниченное распространение и обнажаются вдоль Шишкерт-Гиратахского разлома. Представлены они, в основном, известняками, которые под воздействием интрузий Мегринского плутона мраморизованы и местами скарнированы.

Возраст этих известняков определяется по аналогии с верхнедевонскими известняками района с. Шишкерт, в которых С. С. Мкртчяном была собрана фауна: Spirifer ex. gr. verneuilli, Murch. и др.

Известняки толстослоистые в некоторых случаях в значительной степени рассланцованы, местами превращены в типичные известковистые сланцы, а на отдельных участках мраморизованы. Общая мощность 280—300 *м*.

В одном из ручьев правых притоков р. Шишкерт и в верховьях р. Гюмурчай А. А. Беловым выделена толща переслаивающихся темных глинистых сланцев, светлых кварцитов, темно-серых желвакообразных и желтовато-серых песчанистых известняков мощностью до 100 *м*. В известняках толщи была найдена фауна *среднего девона*. Аналоги этой толщи возможно распространены в пределах выходов метаморфической толщи к югу от с. Шишкерт в пределах ЮВ части Мегринского района (р-н сел. Нювади-Шваиидзор).

в) *Образования нижнеэоценового возраста* пользуются ограниченным распространением и являются юго-восточным окончанием багацарской толщи. Мощность их 650 *м*.

По данным С. С. Мкртчяна, возраст багацарской вулканогенной толщи нижнеэоценовый. Она на западном склоне Зангезурского хребта залегает на отложениях датского яруса и перекрывается средним эоценом.

Багацарская толща в пределах района представлена (снизу-вверх) (фиг. 36):

1. Порфириты ожелезненные, мощностью 50 *м*, представляют собой породы ржаво-бурого цвета с порфиробластовой структурой с гранобластовой основной тканью, состоящей из изометрических зерен плагиоклаза, роговой обманки, чешуек биотита и рудного минерала.

2. Роговики мощностью около 50 *м* являются результатом воздей-

ствия внедрившейся интрузии на вмещающие вулканогенные породы в экзоконтактовых частях Мегринского плутона.

3. Порфириты основного состава, мощностью более 125 *м*. Структура породы порфировая, она состоит из беспорядочно расположенных лейст альбитизированного плагиоклаза, вторичного амфибола, хлорита, серпентина и рудного минерала.

4. Литокристаллокластический туф мощностью 125 *м*. Порода состоит из обломков базальтовых и фельзитовых порфиритов с эпидот-карбонатным цементом.

5. Сланцы мощностью 75 *м* состоят из чередующихся маломощных прослоев эпидот-карбонатных и крупнозернистых кварц-карбонат-эпидотовых пород.

6. Литокристаллокластический туф мощностью 200 *м*.

г) *Современные образовачия* пользуются сравнительно широким распространением и представлены аллювиальными, пролювиальными, делювиальными образованиями, брекчиями, конгломератами, травертинами и современными террасами рек.

Особенности магматизма. Интрузивные породы пользуются исключительно широким распространением в пределах описываемого района (фиг. 2). Среди них выделяются массивы палеозойского и третичного возрастов

1. *Палеозойские интрузии.* В пределах Мегринского рудного района нами выделяются две разновозрастные группы палеозойских интрузий, отличающиеся друг от друга составом, степенью метаморфизма и распространенностью. Причем основные разности мы склонны отнести к нижнепалеозойскому возрасту (?), а кислые—к среднему палеозою (?), учитывая следующие факты:

а) *Основные разности* развиты исключительно среди пород метаморфической толщи доверхнедевонского возраста и характеризуются почти одинаковой степенью метаморфизма с ней.

б) *Кислые разности* (Малевская интрузия) рвут метаморфическую толщу доверхнедевонского возраста и сами прорываются интрузиями Мегринского плутона.

Петрографическая характеристика пород палеозойских интрузий дается в таблице 1.

Определение абсолютного возраста отобранных из Малевской интрузии проб (калий-аргоновый метод, лаборатория ИГН АН Арм. ССР) показало 39±0,5; 38±1; 38±3; 38±1 млн. лет, что указывает на их эоценовый возраст. Однако это противоречит геологическим данным, что объясняется «омоложением» Малевской интрузии под влиянием внедрившихся интрузивных масс в третичное время (Мегринский плутон).

в) *Даечные породы.* До настоящего времени исследователи Зангезура выделяли только дайки, связанные с внедрением Мегринского плутона, не затрагивая вопроса о древних образованиях.

Изучая дайковый комплекс, расположенный исключительно в пределах метаморфической толщи, нами выделяется древний дайковый ком-

Породы	Основные (нижнепалеозойские)	
	Габбро и габбро-диориты	Диабазы
Распространенность	Только в пределах метаморфической толщи	Только в пределах метаморфической толщи
Форма и размеры тел	Штокообразные и дайкообразные тела	Штокообразные и дайкообразные тела
Минеральный состав	Плагиоклаз, амфибол, биотит, рудные минералы	Плагиоклаз, биотит и рудный минерал
Текстура и структура	Местами сланцеватая, микрогранобластовая, гетерогранобластовая	Диабазовая, участками пойкилитовая
Вторичные изменения	Метаморфизованные, сильно амфиболизированные, местами превращены в апогаббровый амфиболит, биотитизация, соссюритизация, уралитизация, цоизитизация	Метаморфизованные, амфиболитизированные, биотитизированные, соссюритизация, уралитизация, цоизитизация

Таблица 1

Кислые (среднепалеозойские)		
Граниты	Аплитовидные граниты	Плагиограниты
В районе с. Нювади	В районе с. Алдара (Малевская интрузия)	В районе с. Алдара (Малевская интрузия)
Небольшой шток	Шток, 0,8—1,0 *кв. км*	Шток, 2,0—2,2 *кв. км*
Кали-полевой шпат, кислый плагиоклаз, кварц и биотит	Кали-полевой шпат, кварц, плагиоклаз, биотит, рудный минерал	Зональный плагиоклаз (40%), кварц (35%), кали-полевой шпат (8%), биотит, рудный минерал, акцессорный минерал
Гипидиоморфнозернистая, гранитная	Аплитовая	Сланцеватая, гранитная
Хлоритизация (за счет биотита), ожелезнение	Пелитизация, серицитизация	Рассланцевание, грейзенизация, огнейсование, ожелезнение

плекс, генетически связанный с нижнепалеозойскими интрузиями. Мы приходим к такому выводу, исходя из следующих фактических данных.

1) одинаковая степень метаморфизма даек и вмещающих их пород;

2) дайки, расположенные в метаморфической толще, не распространяются в пределы молодых интрузий, а срезаются ими.

Дайки этого возраста представлены, главным образом, основными разностями—диоритами, диабазами и лампрофирами, видимо, имеющими одинаковый возраст (отсутствуют факты пересечений).

2) *Третичные интрузии.* В области широким распространением пользуются интрузивные породы Мегринского плутона, возраст которого точно не установлен. Это объясняется исключительной сложностью тектоники и стратиграфии района, обусловленной широким развитием «немых» сильно дислоцированных вулканогенных пород.

Интрузия прорывает вулканогенно-осадочные отложения среднего эоцена и трансгрессивно перекрывается осадочными отложениями миоплиоцена. Одни исследователи приписывают плутону миоценовый возраст, а другие относят к верхнему эоцену. Согласно данным радиологических исследований, возраст плутона определяется как верхнеэоценовый—нижнемиоценовый [6], что не противоречит геологическим данным.

Внедрение Мегринской интрузии, возможно, относится к позднеэоценовому времени и связано с пиринейской фазой альпийского тектогенеза.

Формирование плутона происходило в результате последовательного внедрения магмы в основном в консолидированные породы. Мегринский плутон всеми исследователями рассматривается как полифазное интрузивное образование, в составе которого выделяются от 2 до 5 фаз интрузивного внедрения.

Во время детальных геолого-съемочных работ для ЮВ части плутона нами выделены 3 фазы интрузивной деятельности:

1) габбровая, 2) монцонитовая и 3) сиенитовая.

а) *Габброиды I фазы* внедрения Мегринской интрузии имеют небольшие выходы среди монцонитовой фазы (фиг. 2). Как отдельная фаза внедрения впервые были выделены А. Б. Кажданом и М. А. Литвин.

А. И. Адамяном и А. Е. Исаханяном в нижнем течении р. Нювади был обнаружен выход габброидных пород, пронизанных многочисленными апофизами монцонитов.

Аналогичные взаимоотношения габброидов с монцонитами встречены нами во многих местах, где четко фиксируется рвущий характер монцонитовой интрузии. Таким образом, существование домонцонитовой габброидной фазы в пределах Мегринского плутона можно считать обоснованным.

Породы I фазы представлены почти черного цвета габбро-диоритами среднезернистого сложения. Под микроскопом имеют габбровую структуру, состоят из призматических зерен плагиоклаза (от андезина до битовнита) и моноклинного пироксена (авгит), по которому развива-

ются роговая обманка и биотит. Из рудных минералов отмечается магнетит, а из акцессорных—апатит и сфен.

б) Интрузивные породы *монцонитовой фазы внедрения* (II фаза) пользуются самым большим распространением и характеризуются пестротой петрографического состава. Среди них выделяются следующие разности: габбро, габбро ортоклазовое, габбро-диабазы, монцониты, кварцевые монцониты, монцогранодиориты, гранодиориты, граносиениты, кварцевые сиенито-диориты и плагиограниты.

Несмотря на такую пестроту состава, в общих чертах, устанавливается закономерность распределения тех или иных разновидностей интрузивных пород монцонитового ряда. Так, плагиограниты приурочены к контакту с древними карбонатными породами, вдоль юго-восточного контакта плутона развиты кварцевые сиениты, в восточной части плутона преобладают монцониты и т. д.

В целом породы монцонитовой интрузии характеризуются серым цветом, местами с розоватым оттенком, средне-крупнозернистым сложением, между разностями наблюдаются постепенные фациальные взаимопереходы.

Петрографическая характеристика пород дается в таблице 2.

в) *Третья, сиенитовая фаза.* Большая часть исследователей региона щелочные породы относит ко второй, монцонитовой, фазе внедрения. Впервые фазу внедрения щелочных пород выделили А. Б. Каждан и М. А. Литвин. При этом они подчеркнули отсутствие резких границ между сиенитами и монцонитами, то-есть выделение фазы щелочных сиенитов в пределах Мегринского плутона носило гипотетичный характер.

Согласно представлениям Р. Х. Гукасяна и Б. М. Меликсетяна [6], щелочные фации Мегринского плутона слагают самостоятельную фазу формирования верхнеэоценового комплекса в виде ряда пространственно разобщенных типичных интрузивных тел (Шванидзорский, Калерский, Пхрутский и др.), сложенных различными структурно-минеральными типами.

Нами в районе с. с. Шванидзор, Калер и Алдара установлены резкие интрузивные контакты сиенитов с монцонитами. Контакт их извилисто-зазубренный, и по нему в районе с. Калер наблюдаются гидротермальные изменения. Повсеместны инъекции сиенитов в монцонитах. Сиениты по своему свежему облику резко отличаются от монцонитов.

Помимо вышеприведенных фактов, многими исследователями (А. Н. Адамян, Г. П. Багдасарян, Б. М. Меликсетян, К. А. Мкртчян и др.) в пределах Памбак-Зангезурской геотектонической зоны выделяется самостоятельная фаза внедрения щелочных пород (Базумский хребет).

Все вышеизложенное в совокупности позволяет нам выделить в пределах Мегринского плутона фазу щелочных и нефелиновых сиенитов, с которыми генетически связан своеобразный комплекс жильных образований и которые имеют свою металлогеническую специализацию.

В составе интрузии щелочных пород выделяются сиениты, щелочные сиениты (порфировидные, мелкозернистые) и нефелиновые сиениты

Таблица 2

Порода	Монцониты и кварцевые монцониты	Габброиды	Монцогранодиориты	Плагиограниты
Распространенность	ЮВ часть плутона большая	Среди плутона ограниченная	Пользуется широким распространением	В районе р. Шавзир (верховья)
Форма и размеры тел	Крупный интрузивный шток	Штоки среди монцонитов	Штоки среди монцонитов	Штоки на контакте сиенитов и пород $Д_3$
Минералогический состав	Кали-полевой шпат, плагиоклаз, цветные минералы, оливин-нефелин, апатит, магнетит, сфен, циркон	Плагиоклаз, пироксен, оливин, актинолит, биотит, кали-полевой шпат, кварц, альбит, кальцит, хлорит	Плагиоклаз, кали-полевой шпат, кварц, роговая обманка, биотит, апатит, сфен и магнетит	Плагиоклаз 50%, кварц (35%), редко кали-полевой шпат, роговая обманка 25%, биотит, магнетит, апатит.
Текстура и структура	Монцолитовая, гипидиоморфнозернистая	Габбровая	Монцонитовая, гипидиоморфнозернистая, порфировая, пойкилитовая	Гранитовая, гипидиоморфнозернистая, порфировидная
Вторичные изменения	Калиевый метасоматоз	Очень слабая эпидотизация и хлоритизация	Хлоритизация, эпидотизация	Эпидотизация, серицитизация, карбонатизация

Породы	Сиениты
Распространенность	Широкая в ЮВ части плутона
Формы и размеры тел	Интрузивный шток
Минералогический состав	Кали-полевой шпат, плагиоклаз, кварц, цветные минералы
Текстура и структура	Гипидиоморфнозернистая, пойкилитовая, порфировидная
Вторичные изменения	Ороговикование

Таблица 3

Щелочные сиениты	Нефелиновые сиениты
Широкая в ЮВ части плутона	Большая в ЮВ части плутона
Интрузивный шток	Интрузивный шток
Калишпат, кислый плагиоклаз, моноклинный пироксен, биотит, серицит, апатит	Кали-полевой шпат, плагиоклаз, нефелин, канкринит, анальцим, цеолит, эгирин-диопсид, гастингсит, биотит, дистен, кальцит, апатит, сфен, монацит
Гипидиоморфнозернистая	Гипидиоморфнозернистая
Пелитизация, слабая серицитизация	Калишпатизация, биотитизация и нефелинизация плагиоклазов

(лейкократовые и меланократовые). От центра к периферии интрузий они постепенно переходят в более мелкозернистые разности и в контактовых зонах с вмещающими интрузию породами приобретают меланократовый характер. Петрографическое описание пород сиенитовой фазы приводится в таблице 3.

г) *Даечные породы*, генетически связанные с монцонитовой интрузией, развиты весьма широко и изучены довольно обстоятельно.

По литературным данным, даечный комплекс подразделяется на дайки, генетически связанные с монцонитовой фазой и интрузией порфировидных гранитоидов. Нами же выделяются дайки, связанные с внедрением щелочных пород, что совпадает с мнением А. Н. Адамяна [1].

Таким образом, в ЮВ части Мегринского рудного района можно выделить дайки двух этапов: 1) связанные с монцонитовой интрузией и 2) с щелочными сиенитами.

1. *Дайки, генетически связанные с монцонитовой интрузией (II фаза)*, развиты весьма широко и представлены гаммой пород от кислых разностей до основных и щелочных.

а) В первом этапе формирования дайковых пород внедряются дополнительные интрузии в виде секущих даек и неправильных тел, заполняющих контракционные трещины и представленных микрогаббро, микродиоритами и микромонцонитами.

б) Дополнительные интрузии монцонитовой фазы секутся более поздними (II этап) аплитовыми и пегматитовыми дайками, а еще позднее образуются диоритовые порфириты, диабазовые порфириты, порфиритовые дайки и лампрофиры (III этап).

Петрографическая характеристика даек приводится в таблице 4.

2) *Дайки, генетически связанные с щелочными сиенитами (III фаза)*, представляют большой интерес ввиду разнообразия слагающих их пород.

Дайковый комплекс, связанный с щелочными сиенитами, детально описан А. Н. Адамяном [1]. Полевыми наблюдениями установлена следующая последовательность внедрения жильных пород, аналогичная схеме А. Н. Адамяна (от древних к молодым): 1) кварц-полевошпатовые пегматиты, 2) аплитовидные жилы, 3) щелочные полевошпатовые жилы (сиенитовые пегматиты). Петрографическое описание приводится в таблице 5.

История формирования тектонической структуры южного Зангезура очень сложна и охватывает время от нижнего палеозоя до антропогена включительно с многочисленными этапами осадконакопления. Она видоизменялась многократными сложными складкообразовательными движениями, сопровождавшимися проявлениями магматизма. Происходили пространственное перераспределение прогибов и поднятий, скачкообразный рост и наложение разновозрастных структур друг на друга.

Современная структура южного Зангезура представлена крупным

Породы	Первый этап			Дополнител	
	микрогаббро	микромонцонит	микродиорит	аплит	пегматит
Распространенность	Редкая среди Метрикского плутона	Редкая среди монцонитов	Редкая среди монцонитов	Довольно много по всему плутону	Много в пределах монцонитовой интрузии
Формы и размеры тел	Дайки и неправильные тела (небольшие)	Секущие дайки и небольшие неправильные тела	Дайки и неправильные тела	Прожилки (5—50 *см*), дайки 2—3 *м*	Прожилки, дайки и неправильные тела 1—3 *м* протяжением 80—100 *м*
Минералогический состав	Плагиоклаз, моноклинный пироксен, амфибол, апатит, магнетит	Плагиоклаз, калишпат, роговая обманка, биотит, сфен, апатит, магнетит	Плагиоклаз, хлорит, карбонат, кварц (рудный минерал)	Плагиоклаз, калиполевой шпат, кварц, биотит, мусковит	Розовый калиполевой шпат, кварц, биотит, плагиоклаз, роговая обманка, турмалин, мусковит
Текстура и структура	Микрогипидиоморфнозернистая	Пойкилитовая	Пойкилитовая	Аплитовая, порфировидная, аллотриоморфнозернистая	Пегматитовая, крупнокристаллическая
Вторичные изменения	Замещение моноклинных пироксенов полущелочными амфиболами	Замещены авгит, роговая обманка	Карбонатизация, хлоритизация за счет гидротермального изменения цветных минералов	Пелитизация, серицитизация	Гидротермальное изменение, оруденение

Таблица 4

ьные дайки		Диабазовые порфириты, диабаз и кварцевые диабазы	Альбититы	Альбитофиры	Лампрофиры
гранодиорит-порфир	габбро-порфир				
Редкая в пределах монцонитовой фазы	Редкая среди монцонитов	Сравнительно широкая среди монцонитов	Редкая среди монцонитов	Весьма ограниченная	Весьма широкая
Дайки мощностью 0,5—20 *м*	Дайки мощностью до 1—3 *м*	Дайки мощностью до 2 *м*	Дайки мощностью до 3 *м*	Дайки мощностью 1,0 *м*	Дайки до 2—3 *м*, протяженностью 1,0—2,0 *км*
Полевой шпат, кварц, плагиоклаз, роговая обманка, биотит, редко кварц	Плагиоклаз, пироксен и рудный минерал	Плагиоклаз, амфибол, пироксен, магнетит, титаномагнетит, кварц, апатит, эпидот, хлорит, кальцит	Альбит (90%), биотит, кварц	Альбит, биотит, плагиоклаз	Плагиоклаз, роговая обманка, магнетит, кварц биотит, титанит, авгит, апатит, хлорит, пойзит
Порфировая, полнокристаллическая	Порфировая микрогаббровая	Крупно,- средне,- мелко- и тонкозернистая, диабазовая, порфировая	Аллотриоморфнозернистая, призматически зернистая, порфировидная	Порфировая, бостонитовая	Полнокристаллическая, порфировидная, порфировая, панидиоморфнозернистая, призматически зернистая, микрозернистая
Хлоритизация, эпидотизация	Хлоритизация, эпидотизация	Хлоритизация, эпидотизация, уралитизация, соссюритизация	Пелитизация, хлоритизация	Хлоритизация	Хлоритизация, эпидотизация

Таблица 5

Породы	Кварц-полевошпатовые пегматиты	Аплитовые жилы	Полевошпатовые пегматиты	Фельдшпатоидные сиенитовые жилы
Распространенность	Незначительная, близ контакта с метаморфической толщей	Исключительно в приконтактовой полосе вмещающих пород с интрузией	Широкая, в щелочных лейкократовых сиенитах	Широкая, среди всех видов щелочных сиенитов приконтактовой зоны
Формы и размеры тел	Маломощные жилы неправильной формы	Дайки мощностью до 0,4 *м*	Дайки мощностью от 0,1 до 4,5 *м*	Дайки и жилы мощностью 0,2—1,0 *м*
Минералогический состав	Розовый кали-натровый шпат, кварц, апатит, циркон, рудный минерал	Плагиоклаз, кали-полевой шпат, биотит, мусковит, кварц	Анортоклаз, турмалин, полевой шпат, кварц (аметист)	Кали-натровый полевой шпат, плагиоклаз, биотит, роговая обманка, содалит, канкринит, меланит, акцессорные минералы
Текстура и структура	Пегматитовая	Аплитовая	По крупности зерен пегматитовая	По крупности зерен пегматитовая
Вторичные изменения	Слабая каолинизация, хлоритизация	Слабая хлоритизация и эпидотизация	Мусковитизация, турмалинизация	Пелитизация, мусковитизация

антиклинорием СЗ простирания, прорванным интрузивными массивами третичного возраста и нарушенным региональными разломами.

В стратиграфическом разрезе района выделяются три структурных яруса (доверхнедевонский, верхнедевонский, нижнеэоценовый), отличающиеся друг от друга степенью деформации, азимутальным и угловым несогласием.

В тектоническом отношении ЮВ часть Мегринского рудного района находится на стыке двух геотектонических зон (Анкавано-Зангезурской и Сомхето-Кафанской), отличающихся друг от друга геологическим строением, магматизмом, тектоникой и металлогенией.

Описываемая территория входит в Анкавано-Зангезурскую геотектоническую зону, сложенную вулканогенно-осадочными образованиями доверхнедевонского, верхнедевонского и нижнеэоценового возраста. Они слагают левое крыло Араксинской антиклинали и характеризуются сильной дислоцированностью. На фоне крыла Араксинской антиклинали выделяются две синклинальные и одна антиклинальная складки II порядка и ряд складок более низких порядков. Оси их прослеживаются в близширотном направлении: на СЗ резко поворачивают к северу и упираются в контакт с Мегринским плутоном, а ЮЮВ оси складок сближаются и замыкаются. Описанные складки характеризуются асимметричным строением.

В формировании структуры района большую роль играли не только складчатые деформации, но и многочисленные, разных порядков, *дизъюнктивные нарушения*, связанные с тектоническими движениями.

В пределах ЮВ части Мегринского рудного района довольно четко прослеживается крупное Шишкерт-Гиратахское нарушение с крутым (60—80°) ЮЗ падением.

Надвиг приводит в соприкосновение образования палеозойского и мезозойского возрастов с амплитудой смещения порядка 1500 *м*. Юго-восточный его конец представлен зоной раздробленных, гидротермально переработанных и сильно окварцованных пород мощностью около 120 *м* с хорошо выраженными тектоническими швами. В зоне разлома гидротермальной переработке подверглись как палеозойские, так и мезозойские образования.

По ряду признаков Шишкерт-Гиратахский разлом может быть отнесен к группе долгоживущих региональных структур глубокого заложения.

Вдоль разлома полосой 350—400 *м* проявляются почти все признаки гидротермального процесса (термальный метаморфизм, скарнирование, окварцевание, ороговикование, мраморизация и сульфидное оруденение и т. д.).

В пределах площади установлен также ряд тектонических нарушений СЗ, близширотного, СВ и близмеридионального простираний мощностью от 1—2 до 10—15 *м* и заполненных, в основном, кварц-карбонатным материалом. По простиранию эти нарушения прослеживаются от

—1,5 до 5—10 км, часть которых залечена дайками и кварцевыми жи-
ами.

Выводы

Проведенные детальные исследования в ЮВ части Мегринского руд-
ого района позволили внести ряд коррективов в геологическое строение
магматизм исследованной территории.

Основные результаты исследований сводятся к следующим:

1) Детально расчленен комплекс метаморфических (D_2—Pz_1), вул-
каногенно-осадочных (Pg_2^1), осадочных (D_3) и интрузивных пород, сла-
ающих юго-восточную часть Мегринского рудного района.

2. Выделены основные (нижний палеозой (?)) и кислые (Малевская
интрузия—средний палеозой (?)) разности палеозойских интрузий и
установлена последовательность их внедрения.

3. Выделены дайковые образования палеозойского возраста, гене-
тически связанные с основными интрузиями.

4. Щелочные и нефелиновые сиениты, широко развитые в юго-восточ-
ной части Мегринского района, отнесены к отдельной III фазе внедре-
ния Мегринского плутона, с которыми генетически связан своеобразный
комплекс жильных образований, имеющих свою металлогеническую спе-
циализацию.

5. В составе Араксинского антиклинория выделено несколько анти-
клинальных и синклинальных складок низших порядков, располо-
женных почти параллельно друг другу и главной антиклинальной склад-
ке первого порядка.

6. Зона Шишкерт-Гиратахского надвига четко прослежена на тер-
ритории юго-восточной части Мегринского плутона и по ряду признаков
отнесена к типу долгоживущих разломов глубинного заложения.

7. Развитие в полосе Шишкерт-Гиратахского надвига интрузивного
магматизма, гидротермального процесса и наличие рудопроявлений да-
ют нам основание отнести указанный разлом к категории рудоконтро-
лирующих структур.

Գ. Ս. ԽՈՋԱԲԱԶՅԱՆ, Ռ. Ա. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Բ. Մ. ՄԵԼԻՔՍԵԹՅԱՆ

ՄԵՂՐՈՒ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ՇՐՋԱՆԻ ՀԱՐԱՎ-ԱՐԵՎԵԼՅԱՆ ՄԱՍԻ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ ԵՎ ՄԱԳՄԱՏԻԶՄԻ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ամփոփում

*Մեղրու հանքային շրջանի հարավ-արևելյան մասի մանրազնին ու-
սումնասիրությունները հնարավորություն են տալիս որոշ ուղղումներ և լրա-
ցումներ մտցնել շրջանի երկրաբանական կառուցվածքի, մագմատիզմի և
մետալոգենիկայի վերաբերյալ եղած պատկերացումների մեջ։*

Известия, XXVII, № 2—2

Ուսումնասիրությունների հիմնական արդյունքները բերվում են ստորև։

Մեղրու պլուտոնի մագմատիկ և նրան ներփակող նստվածքային, հրաբխա-նստվածքային և մետամորֆային ապարների մանրակրկիտ ստորաբաժանումը։

Պալեոզոյան? հասակի մագմատիկ ապարների ստորաբաժանումը հիմքային (ստորին պալեոզոյ?) և թթու (միջին պալեոզոյ?) տարատեսակների, նրանց առաջացման հերթականության պարզաբանումը և վերջիններիս հետ կապված դայկային կոմպլեքսի անջատումը։

Ալկալային ապարների անջատումը, որպես Մեղրու պլուտոնի ներդրման երրորդ փուլ։

Մի շարք տվյալների առկայության շնորհիվ (հիդրոթերմալ փոփոխություններ, մանր ինտրուզիաների առկայություն, հանքերևակումներ և այլն) Շիշկերտ-Գիրաթաղի խախտումը դասվում է խորքային, երկարակյաց և հանքպարունակող խախտումների շարքին։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Адамян А. И.* Петрография щелочных пород Мегринского района Армянской ССР. Изд-во АН Арм. ССР, 1955.
2. *Асланян А. Т.* Региональная геология Армении. «Айпетрат», 1958.
3. *Аракелян Р. А.* Стратиграфия древнего метаморфического комплекса Армении. Известия АН Арм. ССР, сер. геол. и геогр. наук, т. X, № 5—6, 1957.
4. *Белов А. А.* Стратиграфия и структура метаморфизованных вулканогенных и осадочных комплексов зоны Анкавано-Зангезурского разлома в юго-восточной Армении. Бюллетень МОИП, отд. геол., том 4, 1969.
5. *Барсегян В. Б., Габриелян А. А., Саркисян О. А., Симонян Г. П., Торосян Р. А.*, Новые данные по геологии южного Зангезура. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. XXV, № 4, 1972.
6. *Гукасян Р. Х., Меликсетян Б. М.* Об абсолютном возрасте и закономерностях формирования сложного Мегринского плутона. Известия АН Арм. ССР. Науки о Земле, т. XVIII, № 3, 4, 5, 1965.
7. *Мкртчян С. С.* Зангезурская рудоносная область Армянской ССР. Изд-во АН Арм. ССР, 1958.
8. *Рустимов М. И.* Новые данные о тектоническом строении южного Зангезура. Геотектоника, № 2, 1968.
9. *Штеклин Дж.* Тектоника Ирана. Геотектоника, № 1, 1966.

Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, 2, 19—30, 1971

УДК.553.231

О. П. ГУЮМДЖЯН

ИЗВЕСТКОВЫЕ БИМЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ СКАРНЫ ЗАПАДНОГО БАРГУШАТА

Известковые скарны Западного Баргушата приурочены к карбонатным отложениям перми и верхнего мела на контактах гранитоидных интрузивов верхнеэоцен-олигоценового плутонического комплекса — Гехинского (Кефашенское, Пейганское месторождения), Сурбкарского, Ковшутского (Куру-даринское, Суханское, Дармазурское, Гяха-даринское месторождения), Лернашенского (Еркатасарское, Мичиматское и др. месторождения) массивов. Скарны также приурочены к небольшим штокам жильных гранитов (ущелье р. Гехи, Гехинское), кварцевых диоритов, залегающих в глинистых известняках мелового возраста (басейн р. Арамазд) и в ряде других участков.

Наиболее значительными являются скарновые образования Кефашена и Сурбкара и скарны, связанные с Ковшутским массивом. Нами более детально изучены кефашенские, сурбкарские и гехинские скарны. Остальные скарновые зоны в основном не отличаются по минеральному составу и генетическим особенностям от указанных скарнов, и поэтому их описание здесь не приводится.

Образование известковых скарнов, по Д. С. Коржинскому [6] и В. А. Жарикову [4], происходит в зоне высокотемпературного контактного ореола интрузива в результате реакционного взаимодействия алюмосиликатных и карбонатных пород при участии послемагматических растворов. По механизму образования различаются диффузионный биметасоматический и контактово-инфильтрационные типы скарнов. К последнему типу относятся сурбкарские (пироксен-везувиановые в известняках, фронтальный тип) и гехинские скарны (пироксен-гранатовые в жильных гранитах, жильный тип). Остальные скарновые тела относятся к биметасоматическому типу.

Все биметасоматические скарны Западного Баргушата формировались в условиях нормальной (низкой) щелочности или плагиоклазовой фации с характерным пироксен-плагиоклазовым парагенезисом околоскарновых пород, согласно классификации В. А. Жарикова [4].

Контактово-инфильтрационные пироксен-везувиановые скарны отвечают условиям повышенной (в частности повышенного μ_{K_2O}) щелочности или ортоклазовой фации и характеризуются гранат-ортоклазовыми околоскарновыми породами. Парагенезисы более высокой щелочности с волластонит-ортоклазовыми или с волластонит-скаполитовыми околоскарновыми породами в рассматриваемом районе не известны, хотя наличие их в сурбкарском типе скарнов не исключается (волластонит на стыке граната и калишпата в околоскарновых породах).

Карбонатная толща приконтактовой полосы интрузивов в общем имеет довольно постоянный состав и представлена почти чистыми известняками. Содержание алюмосиликатного вещества в пермских известняках довольно низкое (от 1,15 до 6,0%), причем содержание глинозема составляет всего 0,28—0.60% в известняках и 0,34—0,50% в прослоях доломитов. Доломитизированные участки или доломитовые прослойки имеют второстепенное значение и известны лишь в некоторых горизонтах карбонатной толщи.

Скарновые месторождения Баргушата и, в частности, Кефашенское изучались Л. К. Конюшевским [5], И. Г. Магакьяном и В. Х. Ароян-Нашвили [7], Ю. А. Араповым [1], С. С. Мкртчяном [8], Г. О. Пиджяном [10], Т. Ш. Татевосяном [11] и др.

Кефашенское месторождение является одним из наиболее изученных среди скарновых месторождений Баргушата. Оно расположено на северо-восточном контакте Гехинского массива и простирается от района с. Кефашен непрерывно к юго-востоку, до района с. Чайкенд примерно на 1,5 *км*. Представлено пластообразным, крутопадающим телом, залегающим согласно с поверхностью контакта интрузива и известняков. Мощность скарновой зоны от 2—3 до 12—15 *м*. Границы распространения скарнов определяются контактом северо-восточной стенки центрального ядра Гехинского массива, выпуклостью направленной к северо-востоку, и известняков перми. Там, где контакт известняков с гранитоидами ядра сменяется контактом габброидов кольцевой интрузии, скарновое тело выклинивается.

Контакт интрузива с известняками очень крутой на участке внешнего кольца Гехинского массива (85—90° в сторону интрузива) и менее крутой (60—70°, местами 45—50°, в сторону вмещающих пород) в границах центрального ядра. Контактная стена довольно ровная, без выступов или апофиз гранитоидов в известняки. По контакту пород габбро и монцонитов кольцевого интрузива и известняков только местами отмечаются скарны мощностью всего в 2,5 *см* с волластонитовой, пироксеновой и гранатовой зонами.

Породы биметасоматических скарнов. Скарны сложены пироксен-плагиоклазовыми околоскарновыми, пироксен-гранатовыми, гранатовыми и гранат-волластонитовыми породами. Скарновые породы окварцованы в незначительной мере; количество кварца не превышает 2—3%, в большинстве случаев он почти отсутствует.

Пироксен-плагиоклазовые околоскарновые породы располагаются вдоль контакта гранитоидов со скарнами, образуя выдержанную зону мощностью от 0,3—0,5 до 1.0—2,5 *м*. Границы между ними и гранатовыми или пироксен-гранатовыми породами очень четкие, тогда как контактная линия с гранитоидами менее правильна и несколько неопределенна. Пироксен-плагиоклазовые породы заливообразно проникают внутрь слабо преобразованных гранитоидов или близскарновых пород повышенной щелочности.

Пироксен-плагиоклазовые породы развиваются по кварцевым диоритам, гранодиоритам и кварцевым роговообманковым монцонитам. Это

массивные, светло-серые, беловатые, тонко- и мелко-, редко, среднезернистые породы. Структура пород — микрогранобластовая, мозаичная или роговиковая, местами бластопорфировая. Сложены из изометричных или несколько удлиненных кристаллов пироксена и основного плагиоклаза, расположенных параллельно контактной линии гранитоидов и известняков. Размеры зерен от 0,1—0,3 *мм* до (редко) 0,8—1,0 *мм*. Минеральный состав очень прост: пироксен 14—28%, плагиоклаз 85—72%, сфен, апатит, примерно, 1,0% и меньше.

Магнетит в большинстве случаев полностью отсутствует. Содержание сфена в некоторых участках околоскарновых пород достигает 1,0—1,2%, что несравненно выше, чем в исходных гранитоидах. Образует неправильные, ангедральные зерна, копьевидные кристаллы или ромбы. Пространственно тяготеет к пироксену: как и последний, выделения сфена, образующие скопления зерен в виде цепочки, ориентированы и также располагаются параллельно контакту гранитоидов и известняков. Сфен является минералом, образующимся совместно со скарновыми минералами, но не реликтом исходных пород. Пироксен в сторону близскарновых и неизмененных гранитоидов сменяется обыкновенной роговой обманкой. Околоскарновые породы характеризуются более основным плагиоклазом состава 66—91% An, чем близскарновые породы и гранитоиды — 36—53% An.

Пироксен-плагиоклазовые породы находятся также в виде реликтов среди гранатовых скарнов. Здесь они сохраняются параллельными полосками шириною от одного миллиметра до 5—10 *см* и более, или гнездами различных размеров вплоть до участков площадью в 15—20 *кв.м*.

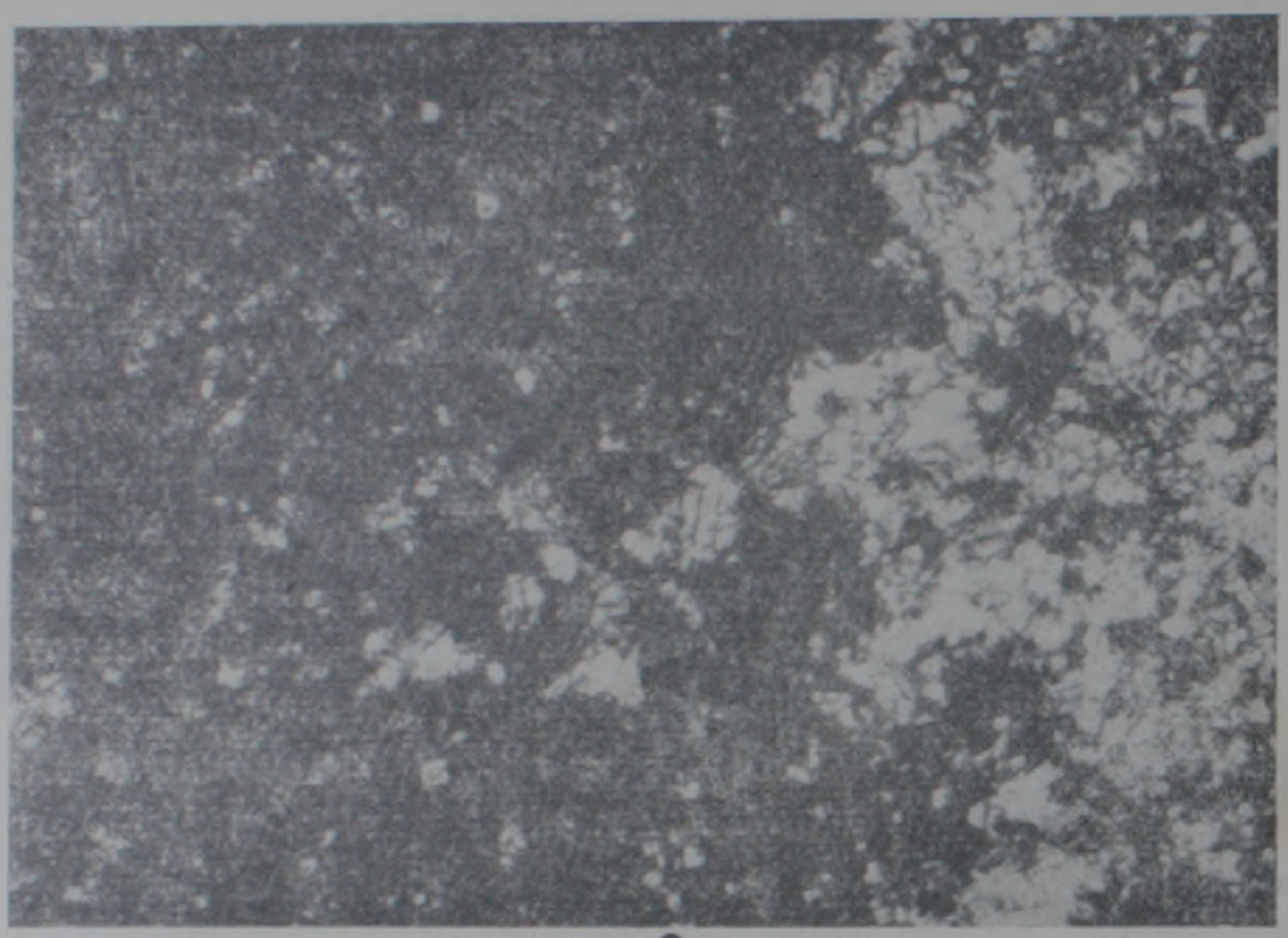
Гранат-пироксен-плагиоклазовые породы отличаются от пироксен-плагиоклазовых наличием граната. По текстурным особенностям отмечаются две разновидности пород такого состава, т. н. пятнистые и порфироидные породы.

Пятнистые гранат-пироксен-плагиоклазовые породы представлены массивными, светло-серыми, беловатыми породами с темно-коричневыми пятнами, сложенными скоплениями мелких зерен граната внутри пироксен-плагиоклазовой основной массы. Между соседними пятнами в пироксен-плагиоклазовой массе гранатовые зерна или отсутствуют, или встречаются спорадически. Количество граната в пятнах размером в 2×4 *см* составляет 5—18%. По составу гранат относится к гроссуляру с 18,8% андрадита (N=1,765). Эти пятнистые породы с гранатом расположены в переднем фронте замещения гранатовых эндоскарнов на стороне пироксен-плагиоклазовых околоскарновых пород.

Порфироидные гранат-пироксен-плагиоклазовые породы массивные, зеленоватые, сложены из тонкозернистой пироксен-плагиоклазовой основной массы с мозаичными структурами, в которую включены крупные порфиробластовые монокристаллы граната размером от нескольких миллиметров до 4—5 *см*, иногда до 10 *см*. Наблюдаются и более мелкие

кристаллы, образующие гломеробластовые скопления. Зеленоватая окраска породы обусловлена актинолитизацией пироксена основной массы.

На фронте замещения крупные идиобластовые кристаллы граната нередко имеют дендритовидную структуру (фиг. 1). В сторону центра



Фиг. 1. Развитие граната по гранобластовой пироксен-плагиоклазовой массе. Заметно дендритовидное разрастание граната и захват зерен пироксена гранатом. Шл. 318, увел. 24 ×, без анализатора.

кристалла на расстоянии 0,3—0,4 *мм* или 0,7—0,8 *мм* эта структура исчезает в результате полного замещения гранатом мелких зерен пироксена и плагиоклаза. Однако, иногда в центральных частях крупных кристаллов сохраняются многочисленные незамещенные мелкие зерна пироксена или редко плагиоклаза, количество которых настолько увеличивается, что пойкилобластовые структуры переходят в ситовидные. Часто зерна располагаются параллельно границам граната полосками, число которых доходит до 3—4 и более. Состав их соответствует пироксен-плагиоклазовому агрегату, расположенному впереди фронта замещения.

По мере возрастания количества граната, гранат-пироксен-плагиоклазовая порода переходит в мономинеральную гранатовую. В сторону последней увеличиваются число порфиробластов граната и их размеры. В результате их слияния почти полностью вытесняется пироксен-плагиоклазовая зона, местами сохраняясь в интерстициях гранатовых кристаллов.

Пироксен-гранатовые породы слежены гранатом и реликтовым пироксеном. Порода состоит из крупных (0,3—0,6 *см* и более) идиобластовых, гранобластовых кристаллов граната и пироксена с микрогранобластовой, мозаичной структурой, заключенной в интерстициях кристаллов граната.

Макроскопически пироксеновая часть породы отличается темно-зеленой окраской, тонко- и скрытозернистостью. Эти части по существу являются реликтами пироксенового экзоскарна внутри гранатового. Они имеют различные формы и размеры, от микроскопических до зон длиною в несколько метров при ширине в несколько десятков сантиметров. Очень характерно чередование полос, сложенных соответственно минеральными гранатовой и пироксеновой (в экзоскарновой части) или пироксен-плагиоклазовой (в эндоскарновой части) породами. Полоски параллельны контакту известняка и интрузива.

Пироксен-гранатовые породы сложены на 80—90% гранатом и реликтами пироксенового скарна 20—10%. Контакт между гранатовым и пироксеновым скарнами очень четкий. На фронте замещения гранаты заливообразно проникают внутрь тонкозернистой (0,05—0,2 *мм*) реликовой пироксеновой массы.

По минеральному составу и структурам эндо- и экзоскарны не отличаются. Вся скарновая зона представлена по существу (кроме выдержанной пироксен-плагиоклазовой околоскарновой породы) гранатовым скарном. Гранатовые породы, образовавшиеся по гранитоидам путем замещения пироксен-плагиоклазовых пород, содержат реликты околоскарновой породы, а образовавшиеся по карбонатным породам, путем замещения пироксеновых экзоскарнов, содержат реликты пироксена и кальцита. Только в экзоскарновой части гранатового скарна известны участки, где содержание кальцита доходит до 20—30%, чего не наблюдается в эндоскарновой части.

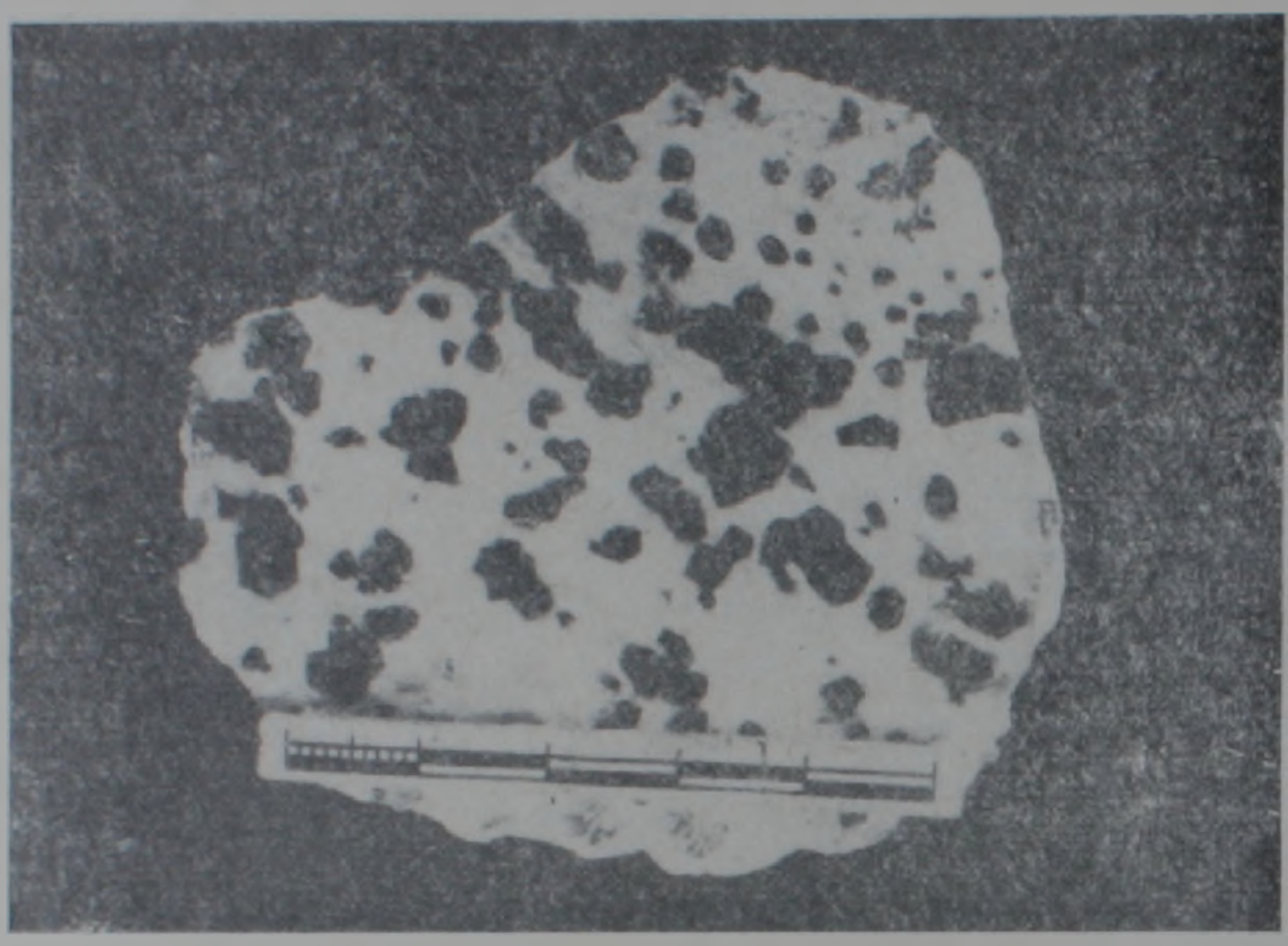
Мощность гранатовой зоны, эндо- и экзоскарновой, обычно 4—7 *м*, местами уменьшается до 1,5—2,0 *м* или расширяется до 12—15 *м*. Это почти мономинеральные породы, содержащие 94—97% граната и единичные проценты пироксена (обычно замещенного актинолитом), кальцита, кварца. Обладают массивными текстурами и выдержаны на большие расстояния по простиранию скарновой залежи.

Состав граната колеблется от 13,7—18,8 до 92,50% андрадита от контактной линии гранатового скарна и околоскарновой породы вплоть до карбонатного контакта. Аналогичное, хотя и менее заметное постепенное увеличение железистости отмечается и для реликтов пироксена внутри гранатовой зоны (от 4 до 13% геденбергита).

Пироксеновые породы, как было отмечено выше, не образуют выдержанной зоны и развиты исключительно в виде реликтов внутри гранатовой зоны. Замещаются гранатовыми скарнами. Контакты пироксеновых пород и известняков не отмечаются; с известняками непосредственно контактируют мономинеральные гранатовые скарны.

Гранат-волластонитовые породы сохранились лишь в одном участке кефашенских скарнов, где образуют выход площадью в 18—25 *кв. м*. Со всех сторон этот выход окружен гранатовым скарном. Волластонитовая зона со стороны карбонатного контакта в скарнах, как правило, отсутствует. Нет реликтов и в пироксеновых или гранатовых скарнах.

Макроскопически гранат-волластонитовая порода среднезернистая, белого цвета с отчетливыми темно-коричневыми порфинобластами граната (фиг. 2).

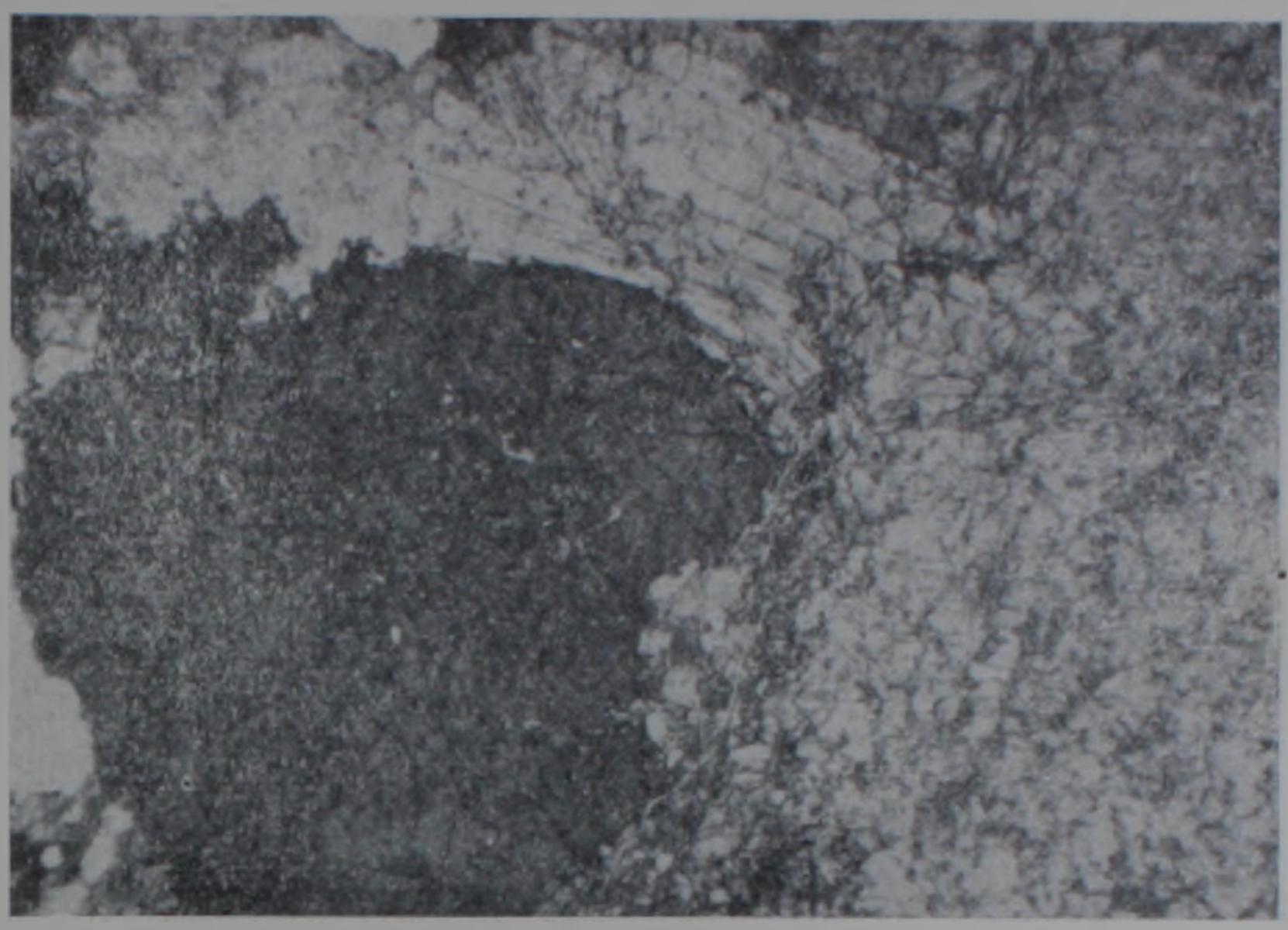


Фиг. 2. Гранат-волластонитовая порода

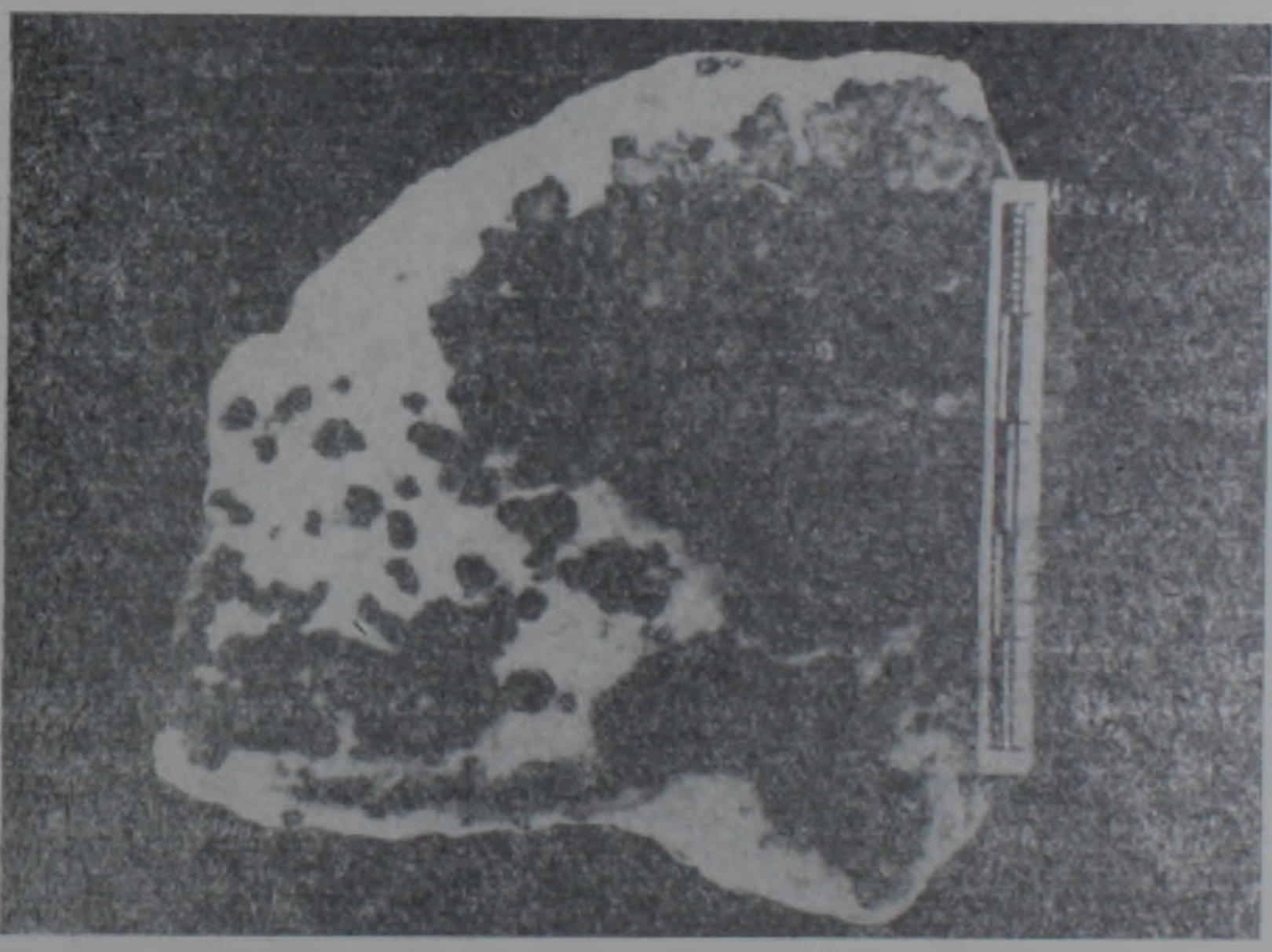
Структура гранат-волластонитовой породы порфинобластовая со спонодовидной или микрогранобластовой структурами основной массы. Относительно крупные, размером 0,8—1,0 *см*, порфинобласты граната включены в мелкозернистую основную массу, состоящую из спонов или таблитчатых зерен волластонита и небольшого количества (2—3%) различных мелких зерен пироксена (фиг. 3). Идиобластовые кристаллы граната часто ограничены не только ровными, прямолинейными контурами, но и весьма извилистыми, в виде фестонов. Крючкообразные, шестообразные и языкообразные выступы граната проникают в волластонитовую, более мелкозернистую основную массу. Если в краевых частях гранатового кристалла еще можно встречать мелкие незамещенные зерна волластонита, то в центре кристалла они обычно отсутствуют. Как правило, более крупные зерна гранатов идиоморфнее мелких.

Впереди контактовой линии, за которой начинается сплошная мономинеральная гранатовая зона, кристаллы граната расположены субпараллельными цепочками или полосками, разрастание и дальнейшее слияние которых полностью вытесняет волластонитовый скарн (фиг. 4). Гранаты в волластонитовом скарне, судя по показателям преломления (N = 1,836—1,839), относятся к промежуточным разностям с 63,1—65,0 *мол.* % андрадита.

Замещение волластонита гранатом в известковых скарнах отмечено в работах В. А. Жарикова [2] и Л. Л. Перчука [9]. По мнению Л. Л. Перчука, неясно вызвано ли метасоматическое замещение волластонита



Фиг. 3. Порфиробласт граната (темные) в гранат-волластонитовой породе биметасоматических скарнов (Кефашен). Кроме волластонита (светлые таблички) в породе содержатся мелкие округлые кристаллы пироксена (высокий рельеф). В гранате заметны мелкие реликты пироксена. Шл. 3045, увел. 24 ˣ, без анализатора.



Фиг. 4. Один из участков контакта гранатовой зоны с волластонитовой (Кефашен).

андрадитом только повышением концентрации железа в растворах или понижением температуры. Следует добавить, что замещение волластонита гроссуляр-андрадитом возможно и при повышении концентрации глинозема в растворах.

Об особенностях образования биметасоматических скарнов. Биметасоматические скарны Западного Баргушата имеют простое строение. Обобщенная метасоматическая колонка имеет следующий вид:

00. Плагиоклаз + калишпат + кварц + роговая обманка — Гранодиорит, кварцевый роговообманковый монцонит, адамеллит.

01. Плагиоклаз + калишпат + пироксен + кварц — Близскарновые породы повышенной щелочности — кварцевый и бескварцевый монцонит и сиенит.

1. Плагиоклаз + пироксен — Пироксен-плагиоклазовая околоскарновая порода.

2. Гранат — Гранатовый скарн (эндо- и экзоскарн).

3. Пироксен — Пироксеновый скарн (реликтовый).

4. Волластонит — Волластонитовый скарн (реликтовый).

5. Кальцит — Мраморизованный известняк.

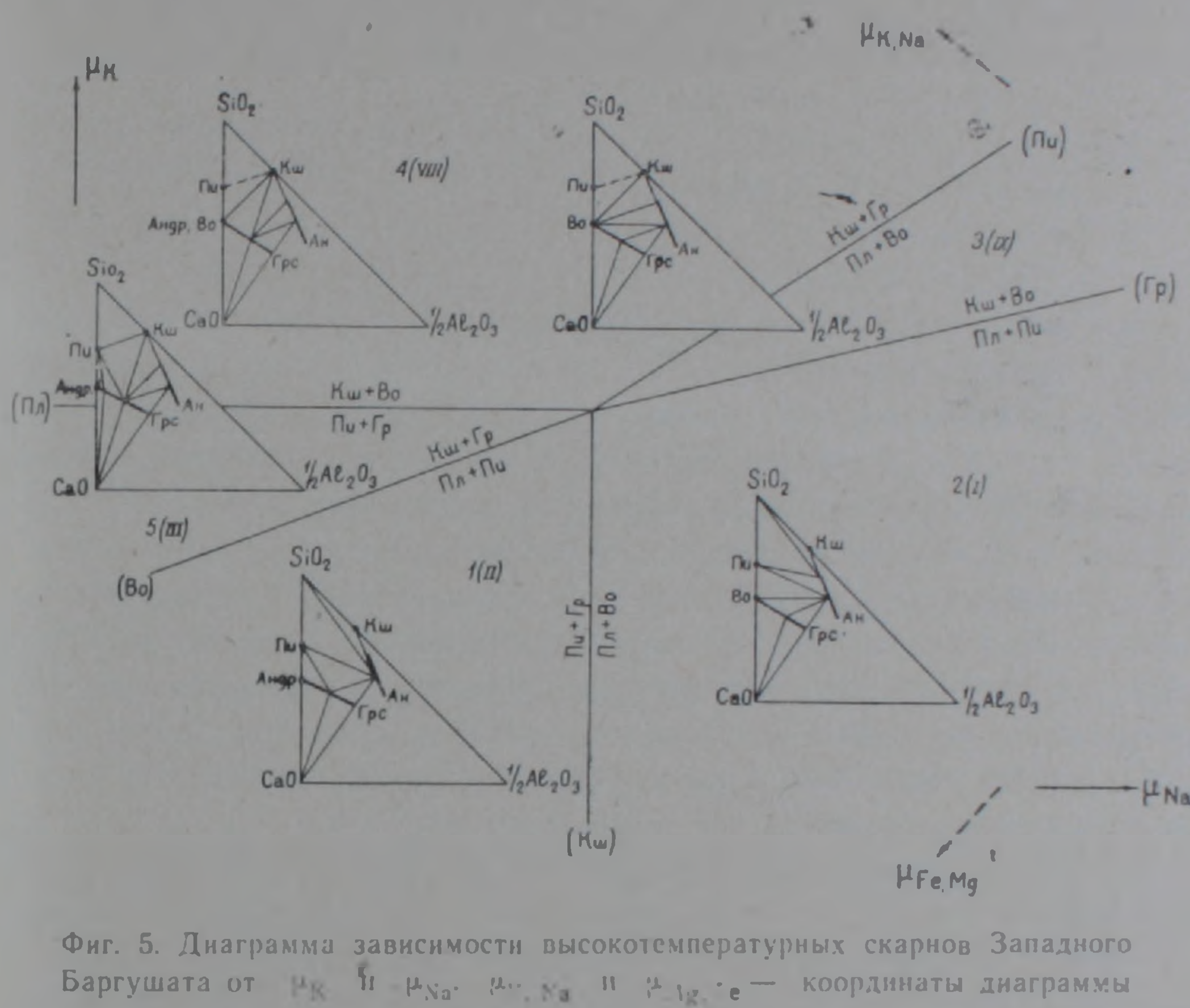
Гранаты характеризуются переменным составом и закономерным увеличением содержания андрадитовой молекулы от эндо- к экзоскарновой зоне. В том же направлении в несколько меньшей мере отмечается возрастание геденбергитовой молекулы в пироксене. В кефашенских скарнах гранаты представлены преимущественно промежуточными (50—65% андрадита) разностями. Чисто гроссуляровые гранаты отсутствуют. Сравнительно высокоглиноземистые гранаты наблюдаются только в очень узкой зоне эндоскарна, непосредственно на контакте с околоскарновой породой (обр. 215а — 18,8% андрадита; обр. 333а — 13,7% андрадита). Изменчивость составов граната и пироксена в соответствующих зонах является характерным признаком диффузионного процесса [6].

Судя по минеральному составу скарновых зон и околоскарновых пород, формирование биметасоматических скарнов происходило в условиях пироксен-гранат-волластонитовой температурной ступени, по классификации В. А. Жарикова [4], т. е. в интервале температур от 550 до 750—800°С. Менее высокотемпературные фации выражены только постерорными изменениями скарновых минералов — замещением граната или пироксена актинолитом, эпидотом, хлоритом и т. д. Эти изменения происходят в гранат-эпидотовой (450—500°С) или пироксен-эпидотовой температурной фации (400—450°С). Пространственно разобщенные менее высокотемпературные скарновые фации в Западном Баргушате не известны. Изменения, связанные с менее высокотемпературными ступенями, выражены очень слабо и не меняют первичного высокотемпературного облика скарнов.

Кефашенские и другие биметасоматические скарны Западного Баргушата характеризуются Пл+Пи составом околоскарновых пород и, следовательно, их следует отнести к фациям низкой или нормальной ступени [4].

Нами рассчитана нонвариантная система и построена диаграмма для ассоциаций плагиоклаза, калишпата, волластонита, пироксена и граната, характерных для биметасоматических скарнов (фиг. 5). Вир-

туальными инертными компонентами приняты кремний, алюминий и кальций. Система рассматривается в зависимости от химических потенциалов калия и натрия. Эта диаграмма сходна с безскаполитовым нонвариантным пучком диаграммы В. А. Жарикова [3], рассматривающей зависимости от $\mu_{Mg,Fe}$ и $\mu_{Fe,Na}$. Совмещение диаграммы $\mu_K - \mu_N$ с диаграммой В. А. Жарикова (с ее безскаполитовым пучком) позволяет на



Фиг. 5. Диаграмма зависимости высокотемпературных скарнов Западного Баргушата от μ_K и μ_{Na}. $\mu_{Fe,Na}$ и $\mu_{Mg,Fe}$ — координаты диаграммы В. А. Жарико а [3].

нашей диаграмме проследить одновременно и характер изменения парагенезисов от условий железистости. На диаграмме зависимости известковых скарнов от μ_K и μ_{Na} стрелками показаны направления увеличения химических потенциалов $\mu_{Mg,Fe}$ и $\mu_{Fe,Na}$. Римскими цифрами показаны номера дивариантных полей диаграммы В. А. Жарикова. Так, переход от 3 (IX) к 2 (I) и далее 1 (II) к 5 (II) дивариантным полям соответствует направлению возрастания $\mu_{Mg,Fe}$. Условия наиболее высоких потенциалов железа и магния существуют при формировании парагенезисов 1 (II) и 5 (III) дивариантных полей, т. е. в полях, где неустойчивыми становятся волластонит с плагиоклазом или волластонит с калишпатом. Появляются парагенетические ассоциации Кш+Гр, Кш+Пи или Кш+Пи+Гр, известные в околоскарновых породах контактово-инфильтрационных сурбкарских скарнов.

Основные типы парагенезисов минералов кефашенских скарнов соответствуют 2 (I) и 1 (II) дивариантным полям, тогда как контактово-инфильтрационные — 5 (III) полю. Моновариантной реакцией на гра-

нице 1 и 5 полей хорошо выражается смена парагенезиса Пл+Пи на Кш+Гр, устойчивой в условиях повышенного μ_K. Как было отмечено выше, в биметасоматических скарнах Западного Баргушата пироксен совместно с гранатом не является равновесным. Единственной двухминеральной устойчивой ассоциацией является Пл+Пи в околоскарновых породах.

Последовательное развитие метасоматической зональности в биметасоматических скарнах нами представляется в следующем виде:

1. Алсит/Пл+Пи/Пи/Во/Ка.
2. Алсит/Пл+Пи/Пи/Ка/.
2а. Алсит/Пл+Пи/Гр/Во/Ка.
3. Алсит/Пл+Пи/Гр/Пи/Ка.
4. Алсит/Пл+Пи/Гр/Ка/.

В последующей стадии происходит андрадитизация колонок 2а—4, но этот процесс в биметасоматических скарнах Западного Баргушата имеет относительно слабое развитие.

От первой к четвертой колонке, т. е. по мере развития процесса, происходит прогрессивная десиликация, повышение железистости, разрастание зон, иногда полное исчезновение некоторых из них в результате замещения внутренними зонами. Кроме того наблюдается иногда выпадение некоторых зон, вследствие внезапного изменения режима диффузии виртуальных инертных компонентов, в частности, алюминия или внешних условий — возрастания активности железа. По-видимому, этим следует объяснить замещение волластонита гранатом и отсутствие между ними пироксеновой зоны.

Минеральный состав каждой из зон в соответствии с правилом фаз определяется $z = K_{m_i} + 1$. В кефашенских, а также других биметасоматических скарнах Западного Баргушата отсутствуют скарновые зоны с двухминеральными парагенезисами, в частности Пи+Гр и Гр+Пл, характерными для многих скарнов различных областей. Мономинеральный состав скарнов показывает, что образование их происходит в условиях вполне подвижного поведения всех компонентов. Инертным поведением глинозема обусловлен двухминеральный парагенезис пироксен-плагиоклазовых околоскарновых пород. По Д. С. Коржинскому и В. А. Жарикову, возникновение зон может быть вызвано не только дифференциальной подвижностью компонентов, но и значительной разностью для двух сопредельных зон в содержании вполне подвижных и инертных компонентов. Минеральный состав зон ← Гр/Пи/Во/Ка ← определяется соотношением концентраций кремния, магния, железа и алюминия. Появление волластонитовой зоны связано с возрастанием концентрации в растворах кремнезема, т. е. с привносом его в известняки, а пироксеновой (диопсидовой или салитовой) с возрастанием концентрации магния. Появление граната (гроссуляр-андрадита) возможно при возрастании не только концентраций железа, но и алюминия. Дальнейшее повышение активности железа приводит к андрадитизации гранатов различного состава. Метасоматическая колонка ← Гр/

Пи/Во — по В. А. Жарикову [2] указывает на возрастание $n_{Fe} : n_{Mg}$ отношения в течение скарнового процесса. Андрадитовая фация становится устойчивой при условиях высоких значений химических потенциалов железа и кислорода [9].

В околоскарновой породе инертен только алюминий, с которым связана устойчивость парагенезиса Пл+Пи. С переходом алюминия во вполне подвижное состояние околоскарновая порода замещается гранатовым скарном.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 14.III.1973.

Հ. Պ. ԳՈՒՅՈՒՄՋՅԱՆ

ԱՐԵՎՄՏՅԱՆ ԲԱՐԳՈՒՇԱՏԻ ԲԻՄԵՏԱՍՈՄԱՏԻԿ ՍԿԱՐՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Հոդվածում շարադրվում են Արևմտյան Բարգուշատի բիմետասոմատիկ սկառների ուսումնասիրության արդյունքները։ Ըստ առաջացման մեխանիզմի առանձնացվում են դիֆֆուզիոն-բիմետասոմատիկ (Քեֆաչենի, Փեյհանի, Սուխանի, Դարմազուրի, Կուրու-դարայի, Քյահա-դարայի, Երկաթաստարի) և կոնտակտ-ինֆիլտրացիոն (Գեղիի պիրոքսեն-գրանատային երակային և Սուրբքարի պիրոքսեն-վեզուվիանային ֆրոնտալ տիպի) սկառներ։ Բիմետասոմատիկ սկառներն իրենց նշանակությամբ և ծավալով Բարգուշատի սկառնային հանքավայրերի շարքում գրավում են առաջին տեղը։

Բարգուշատի բիմետասոմատիկ սկառների կառուցվածքի սկզբունքային սխեման հետևյալն է. 1. գրանոդիորիտներ, ադամելիտներ, մերձսկառնային բարձր ալկալիության ապարներ՝ բվարցային (պիրոքսենային) մոնցոնիտներ և սիենիտներ, 2. պիրոքսեն-պլագիոկլազային մերձսկառնային ապարներ, 3. գրանատային, գրոսուլյար-անդրադիտային սկառներ, 4. պիրոքսենային սկառներ (մնացորդային), 5. վոլաստոնիտային սկառներ (մնացորդային), 6. կալցիտային մարմարներ։

Բոլոր բիմետասոմատիկ սկառներն առաջացել են պլագիոկլազային ֆացիայի կամ ալկալիության նորմալ (ցածր) պայմաններում՝ մերձսկառնային ապարների պիրոքսեն-պլագիոկլազային բնորոշիչ պարագենեզիսով։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Арапов Ю. А.* Особенности генезиса и минералогии скарнов некоторых районов Армянской ССР. Известия АН Арм. ССР, сер. физ.-мат., естеств. и технич наук, № 2, 1946.
2. *Жариков В. А.* Геология и метасоматические явления скарнополиметаллических месторождений Западного Карамазара. Тр. ИГЕМ АН СССР, вып. 14, 1959.

3. *Жариков В. А.* Реакционные явления магматической и полиметаллической стадий при формировании скарново-рудных месторождений. В кн. «Магматизм и связь с ним полезных ископаемых». Госгеолтехиздат. 1960.
4. *Жариков В. А.* К развитию теории процессов скарнообразования. Геология рудных месторождений, т. 7, № 4, 1965.
5. *Конюшевский Л. К.* Отчет о геологических исследованиях месторождений медных руд в Зангезурском уезде Елизаветопольской губернии. Материалы для геол. Кавказа, сер. 3, кн. 10, 1911.
6. *Коржинский Д. С.* Различие инфильтрационной и диффузионной метасоматической колонки в отношении минералов переменного состава. ДАН СССР, т. 86, № 3. 1952
7. *Мигачьян И. Г., Ароян-Нашвили В. Х.* Новые данные по геологии и рудоносности Баргушатского хребта. Известия АН Арм. ССР, сер. физ.-мат., естеств. и технич. наук, № 10, 1946.
8. *Мкртчян С. С.* Зангезурская рудоносная область Армянской ССР. Изд. АН Арм ССР, Ереван, 1958
9. *Перчук Л. Л.* Физико-химическая петрология гранитоидных и щелочных интрузий Центрального Туркестано-Алая. «Наука». М., 1964.
10. *Пиджян Г. О.* О гранатах бассейна р. Гехи. Известия АН Арм. ССР, сер. физ.-мат., естеств. и техн. наук, № 4, 1952.
11. *Татевосян Т. Ш.* Интрузивные породы Баргушатского хребта «Геология Армянской ССР», т. III. Петрография. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1966.

Известия АН Армянской ССР. Науки о Земле, 2, 31—47, 1974

УДК 553.41

Э. М. МАДАТЯН

МЕСТО И ЗНАЧЕНИЕ КВАРЦ-ПОРФИРОВЫХ ДАЕК ЗОДСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОРУДЕНЕНИЯ

Вопросы образования даек, их временно-пространственное место в магматическом процессе и, в особенности, взаимоотношение с оруденением являются одной из наиболее актуальных проблем геологии и изучены многими исследователями [7, 9, 10 и др.].

С целью изучения вопросов условий образования Зодского золоторудного месторождения, нами проведены некоторые наблюдения и изучение даек кварц-порфиров, результаты которых могут быть использованы в дальнейшем при поисках новых рудных тел как по мере изучения более глубоких горизонтов месторождения, где все чаще встречаются дайки кварц-порфиров, так и на флангах месторождения и в пределах всего рудного поля.

Наличие подобных даек в особо благоприятных условиях может прямо указать на золотое оруденение, зачастую расположенное непосредственно в самой дайке.

Дайковый комплекс Зодского золоторудного месторождения отличается значительной пестротой состава. Здесь встречаются дайки диорит-порфиритов, микродиоритов, лампрофиров диоритового состава—спессартитов, кварцевых порфиров, плагиоклазовых порфиритов и др., из которых последние две разности развиты на флангах Центрального участка, а остальные более отдалены.

Макроскопически диоритовые порфириты имеют довольно темную окраску, чем и резко отличаются от внешне довольно схожих с ними плагиоклазовых порфиритов и кварцевых порфиров. Плагиоклазовые порфириты развиты только на восточном фланге Центрального участка месторождения в виде трех небольших выходов, а кварц-порфиры развиты на Центральном участке месторождения и на ее западном фланге. Несмотря на внешнее сходство, петрографически они отличаются друг от друга наличием пироксена в плагиоклазовом порфирите и полным отсутствием кварца, в то время как в кварцевом порфире полностью отсутствует пироксен, а кварц является основным породообразующим минералом.

Весьма возможно, что дайки различных петрографических составов к процессам оруденения проявили не одинаковые отношения, о чем мы пока не располагаем достаточными данными.

Плагиоклазовые порфириты — довольно свежие крепкие породы массивного сложения, кремово-белого цвета со слабыми следами выщелачивания неустойчивых минералов. Вместе с тем нельзя утверж-

дать, что дайки плагиоклазовых порфиритов являются пострудными образованиями, так как они в этом отношении недостаточно изучены. В них обнаружен цонзит, образовавшийся путем метасоматоза при низких температурах, и мелкая, редкая вкрапленность пирита и рудного минерала, не поддающегося определению.

Кварцевые порфиры в этом отношении выгодно отличаются от предыдущих даек и характеризуются почти повсеместным проявлением гидротермального изменения и интенсивной рудной минерализацией. Поэтому в большинстве случаев они рассматриваются как промышленные рудные тела. В этой связи в настоящей статье рассматриваются только дайки кварц-порфиров.

Морфологическая характеристика даек

Геологоразведочными работами на территории Зодского золоторудного месторождения выявлены шесть даек кварц-порфиров. В основном они приурочены к широтным крутопадающим трещинам. Отмечаются случаи, когда вдоль трещин происходило двукратное внедрение различных по составу даек. В частности, такой случай обнаружен несколько северо-западнее устья штольни № 145 в старой канаве, где диорит-порфиритовая и кварц-порфировая дайки последовательно внедрялись по плоскости одной и той же трещины широтного направления.

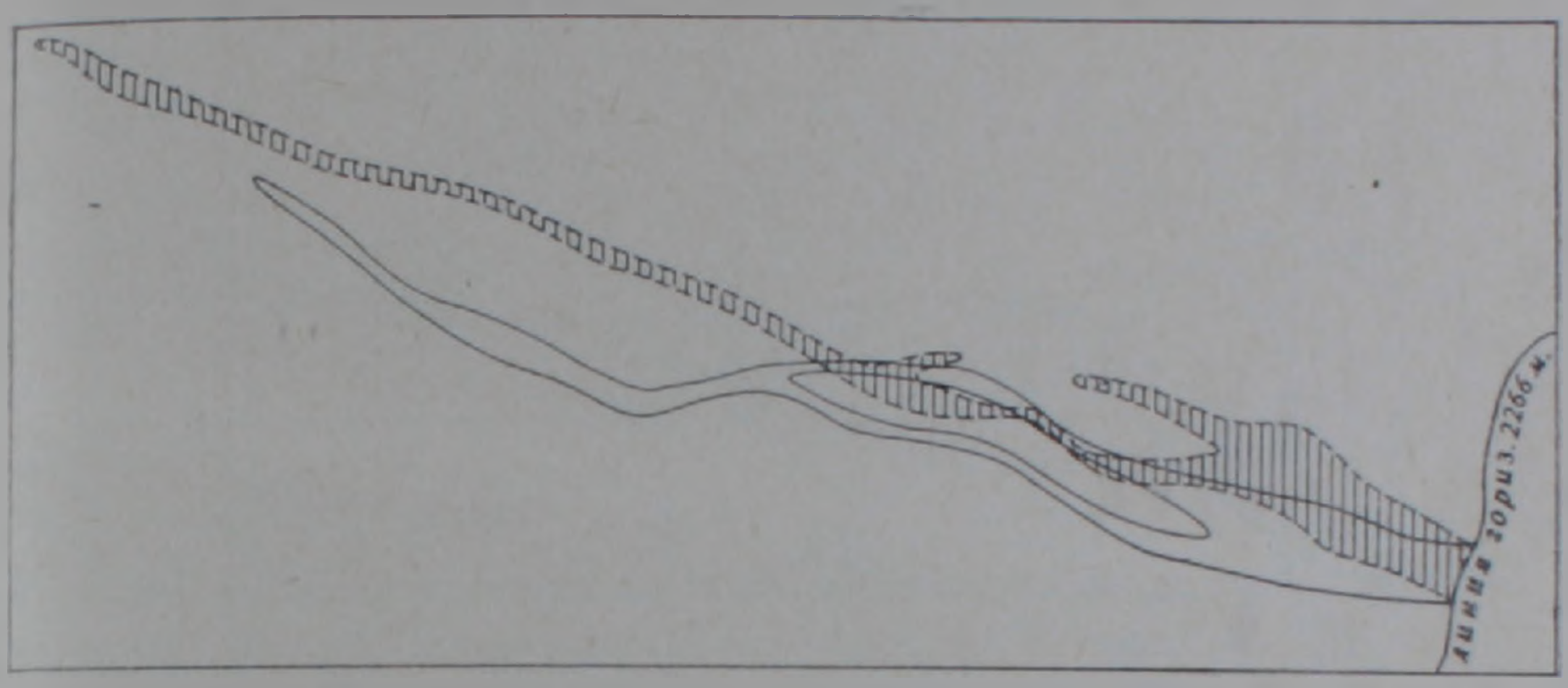
Из выявленных на Центральном участке шести даек более или менее детально прослежены всего две дайки кварц-порфирового состава. Обе они золотоносны, внедрялись вдоль структур различных направлений. Одна из них имеет широтное направление, что характерно почти для всех основных рудных тел, вторая дайка имеет меридиональное простирание — весьма редкая система трещин для всего рудного поля. Такой же случай для Станового хребта отмечается Е. П. Гуровым и Е. П. Гуровой [5], где отдельные дайки располагаются дискордантно по отношению к генеральному направлению складчатых структур.

На основании факта приуроченности даек к трещинам различных направлений можно заключить, что трещинная структура района в основном оформилась уже в додайковое время.

Дайка меридионального направления изучена на глубину до 325 *м* шестью горизонтами. Наиболее детально прослежена на поверхности и на горизонте 2266 *м*. Сводный план дайки, по данным этих двух горизонтов, показывает насколько сложна ее морфология (фиг. 1). На поверхности она прослежена на расстояние около 1500 *м*. К северу дайка изучена детально — до полного выклинивания, а к югу имеются отдельные пересечения ниже штольни № 145 по склону. Наиболее южное сечение обнаружено в русле реки Сот, отстоящей от устья штольни № 145 на 400—500 *м*.

На горизонте 2266 *м* дайка прослежена сорокометровой сетью на расстояние 850 *м*. На самом нижнем горизонте (2175 *м*) имеется только два пересечения.

Дайка имеет сложную конфигурацию, в северной части — небольшую мощность (5,0 *м*), к югу мощность увеличивается до 30 *м*, а затем на небольшом расстоянии опять суживается до 2—5 *м*. След дайки несколько извилистый, что обусловлено морфологическими особенностями первоначальной трещины, служившей для рассматриваемой дайки вместилищем.



Фиг. 1. Сводный план меридиональной дайки кварцевых порфиров. 1. План дайки на поверхности. 2. План дайки на горизонте 2266 *м*.

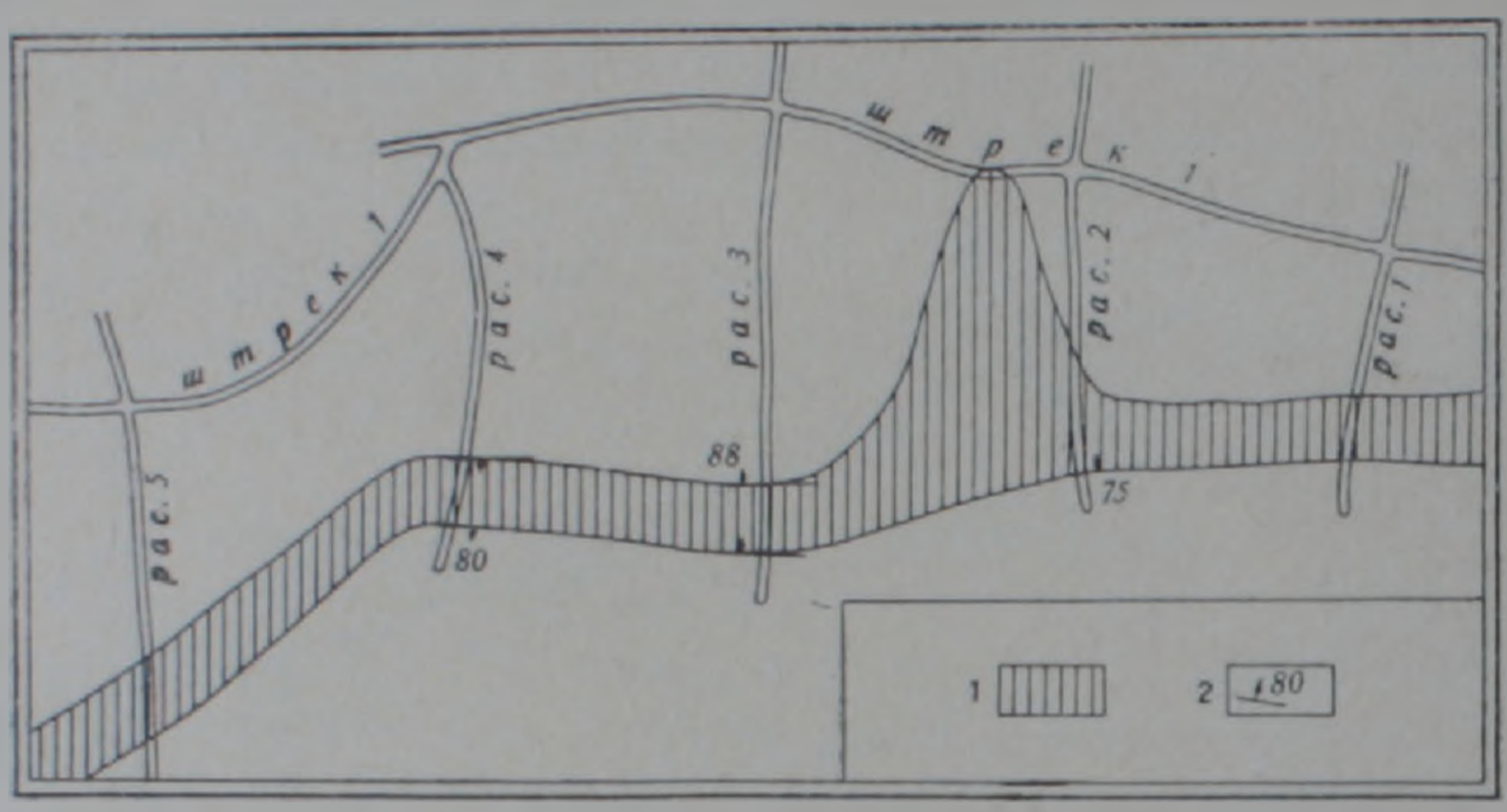
В центральной своей части дайка, в соответствии с характером трещиноватости вмещающих пород, разветвляется на два рукава, которые параллельно прослеживаются на 200 *м*, затем опять сливаются в одно тело, где мощность его увеличивается до 40 *м*. Это осложнение на глубине — на горизонте 2266 *м* также имеется, но несколько иначе ведет себя восточный рукав: он на небольшом расстоянии обрывается, затем опять появляется, образуя таким образом две небольшие противоположные апофизы.

Судя по сводному плану, дайка как на глубине, так и на горизонтальной плоскости извилистая. Падение дайки крутое — 70—80°. Максимальное отклонение угла падения от вертикального составляет: на восток — 20° и на запад — 12°. Суммарное отклонение варьирует в пределах 32°. На горизонтальной плоскости направление простирания дайки колеблется от северо-восточного 20° до северо-западного 350°, что составляет около 30°. Как видно из приведенных цифр, отклонение дайки от общего направления как по горизонтали, так и по вертикали имеет примерно равную величину.

Приведенные данные относятся к изменениям, выраженным на плане масштаба 1:2000. Контакты даек в горных выработках, где обнаруживаются мельчайшие детали, имеют самые различные направления, на 90° отличающиеся от общего их простирания. Такие отклонения являются результатом локальных условий.

Из подобных местных осложнений морфологии интересно пересечение дайки широтного направления западным штреком шт. № 40 и ра-

сечками из этого же штрека. Дайка эта на небольшом расстоянии (35 *м*) образует раздув мощностью 40 *м* и через одно разведочное сечение (40 *м*) круто заворачивает к югу (фиг. 2), в связи с чем простирание контакта в рассечке № 3 направлено к северу, а в расположенной рядом рассечке № 4 тот же контакт направлен к югу.



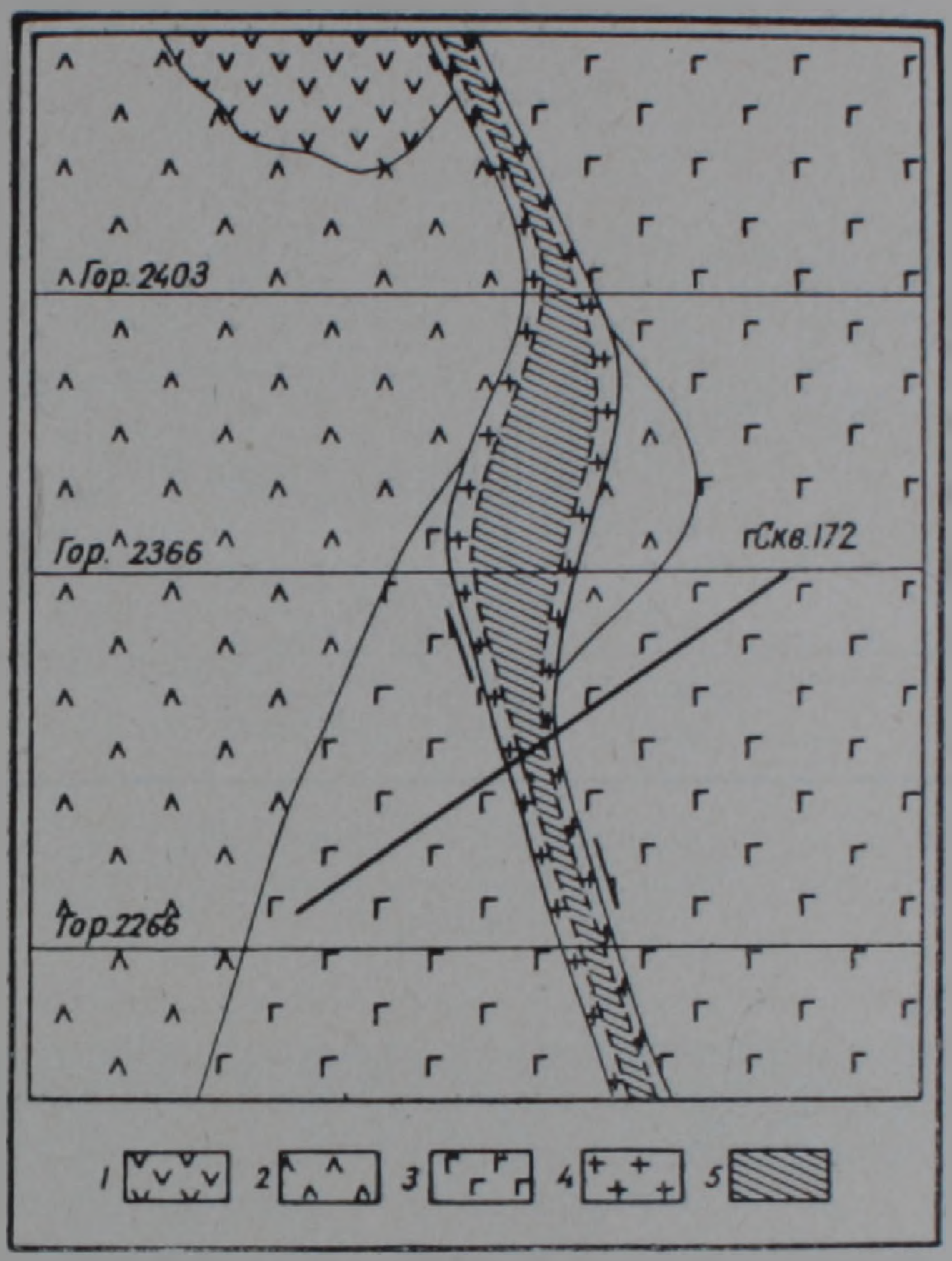
Фиг. 2. План широтной дайки кварцевых порфиров на горизонте 2180 м.
1. Дайка кварцевых порфиров. 2. Элементы залегания.

Фактически это осложнение является результатом вмещающей среды и существующей здесь сложной додайковой трещинной структуры, образующей своеобразные структурные «ловушки», раздувы.

Зачастую структурные «ловушки» образовались за счет додайковых подвижек по направлению трещин (фиг. 3). Эти ловушки способствовали образованию раздувов дайки, что впоследствии благоприятствовало возникновению рудных столбов.

Физические и механические свойства пород оказывали существенное влияние на форму проявления тектонических процессов, ведущих к формированию благоприятных для дайкообразования и рудообразования структур. Влияние вмещающей среды на особенности формы даек отмечают также М. Б. Бородаевская и Н. И. Бородаевский [2].

Изучение физико-механических свойств пород, которые составляют среду даек, показало, что породы габброидной группы обладают повышенной эффективной пористостью, продолжительным водонасыщением, высокими прочностными свойствами, высокими значениями модуля упругости и сдвига, а также низкими величинами коэффициента Пуассона и модуля объемной упругости, тогда как перидотиты обладают совершенно обратными свойствами. Из этого становится ясным своеобразное поведение дайки в этих двух различных средах. В пределах габброидных пород дайки кварц-порфирового состава имеют более простые очертания, относительно постоянное простирание, устойчивую мощность и т. д. Некоторые небольшие осложнения, изменения направления дайки в габброидах связаны с морфологическими особенностями первичных трещин, в которых дайки локализованы, а отдельные раздувы образовались на базе трещин других направлений, тогда как пересекая перидотиты, дай-

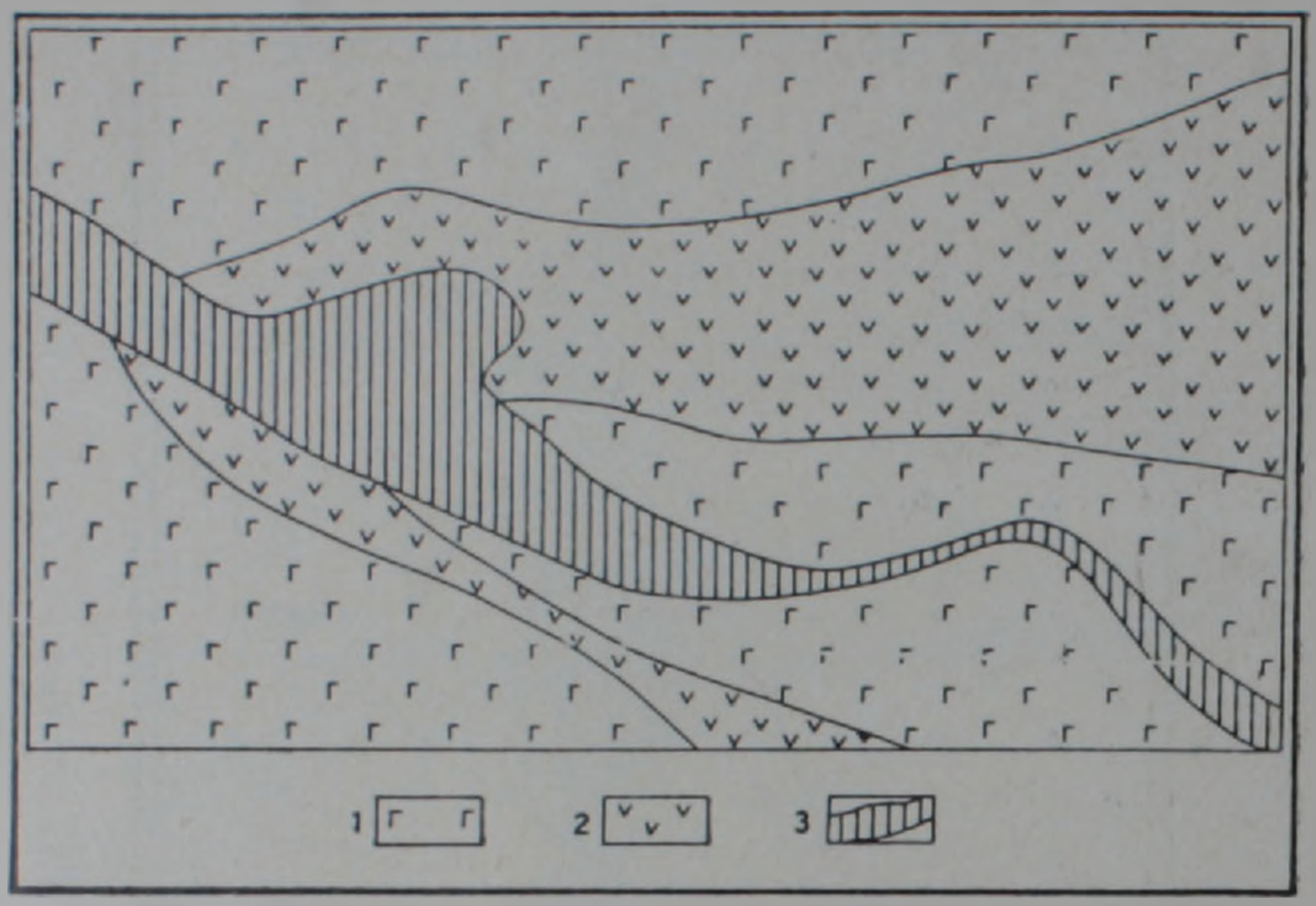


Фиг. 3. Структурная «ловушка» додайкового возраста. 1. Порфириты. 2. Перидотиты. 3. Габбро. 4. Дайка кварцевых порфиров. 5. Золоторудное тело.

ки образуют многочисленные раздувы линзовидно-уплощенной формы, превращаясь в неправильные, сложные по форме тела, а местами даже теряют сплошность. Отмечены случаи, когда дайки даже в пределах небольших массивов перидотитов образуют раздувы, затем опять выходя из них, резко суживаются и меняют свое первоначальное направление (фиг. 4). Следует отметить, что в литературе указывается на свойство преломления трещин при переходе из одной среды в другую, аналогичное преломлению света [6].

Слепые дайки, в частности широтная, в своей приповерхностной части образуют крупный ветвящийся раздув, в особенности в местах, где они упираются в вулканогенную толщу. Этот раздув как бы закупоривает структуру, преграждая путь дальнейшему движению даечного материала.

Из вышеприведенного следует, что морфология даек характеризуется крайне изменчивым направлением простирания, углом падения, мощностью, способностью на небольших расстояниях образовывать крупные



Фиг. 4. Осложнение морфологии кварц-порфировой дайки в зависимости от вмещающей среды. 1. Габбро. 2. Перидотиты серпентинизированные. 3. Дайка кварцевых порфиров.

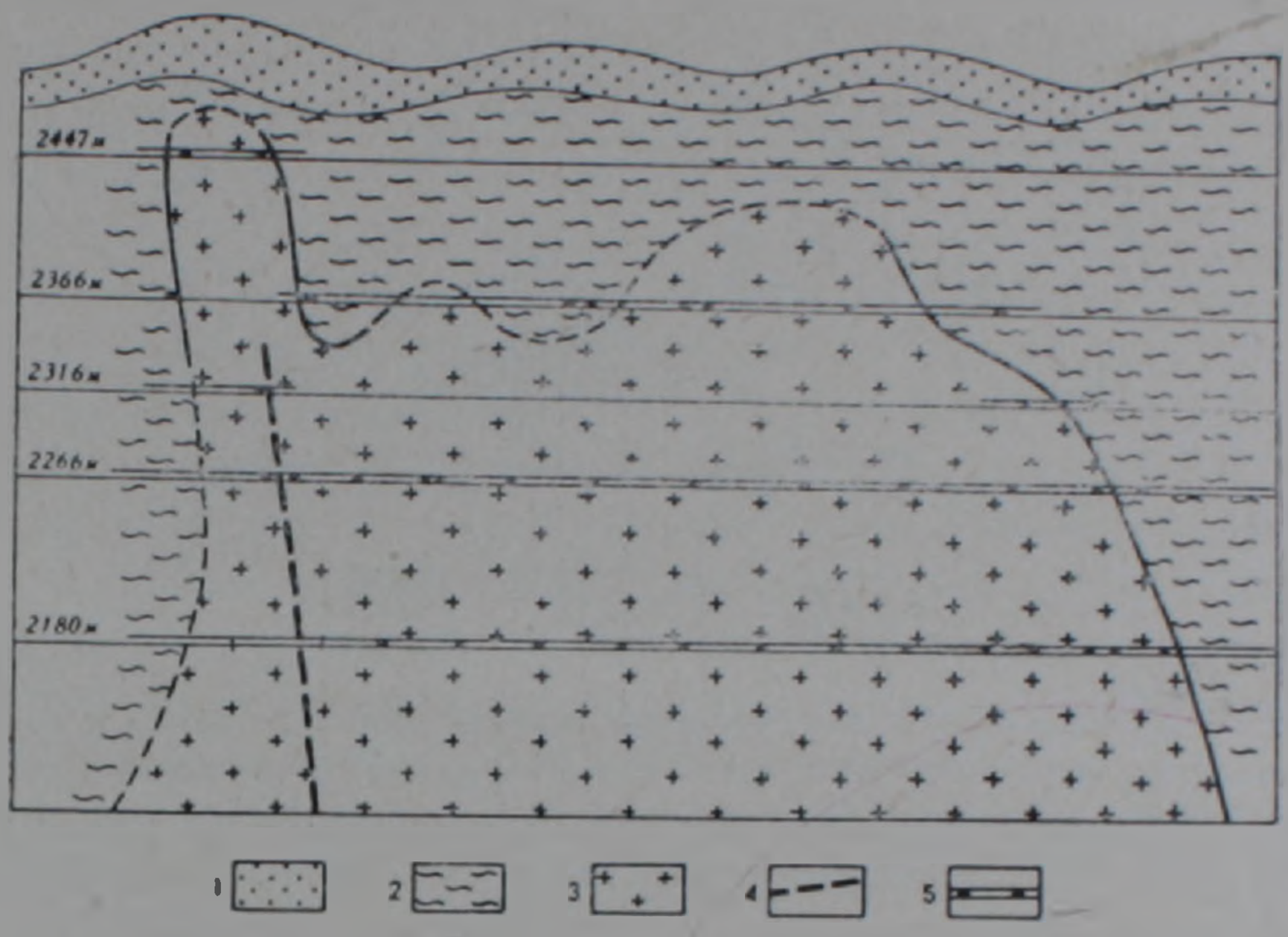
раздувы и быстро выклиниваться, образуя таким образом в плоскости трещины неправильные контуры.

Для более полной характеристики морфологии даек, небезынтересно отметить, что в плоскости трещины, по которой внедрялись дайки, они образуют языкообразные отроги, направленные острой стороной к поверхности (фиг. 5), а по направлению вмещающей структуры до самой поверхности наблюдается только гидротермальное изменение в виде широкой полосы.

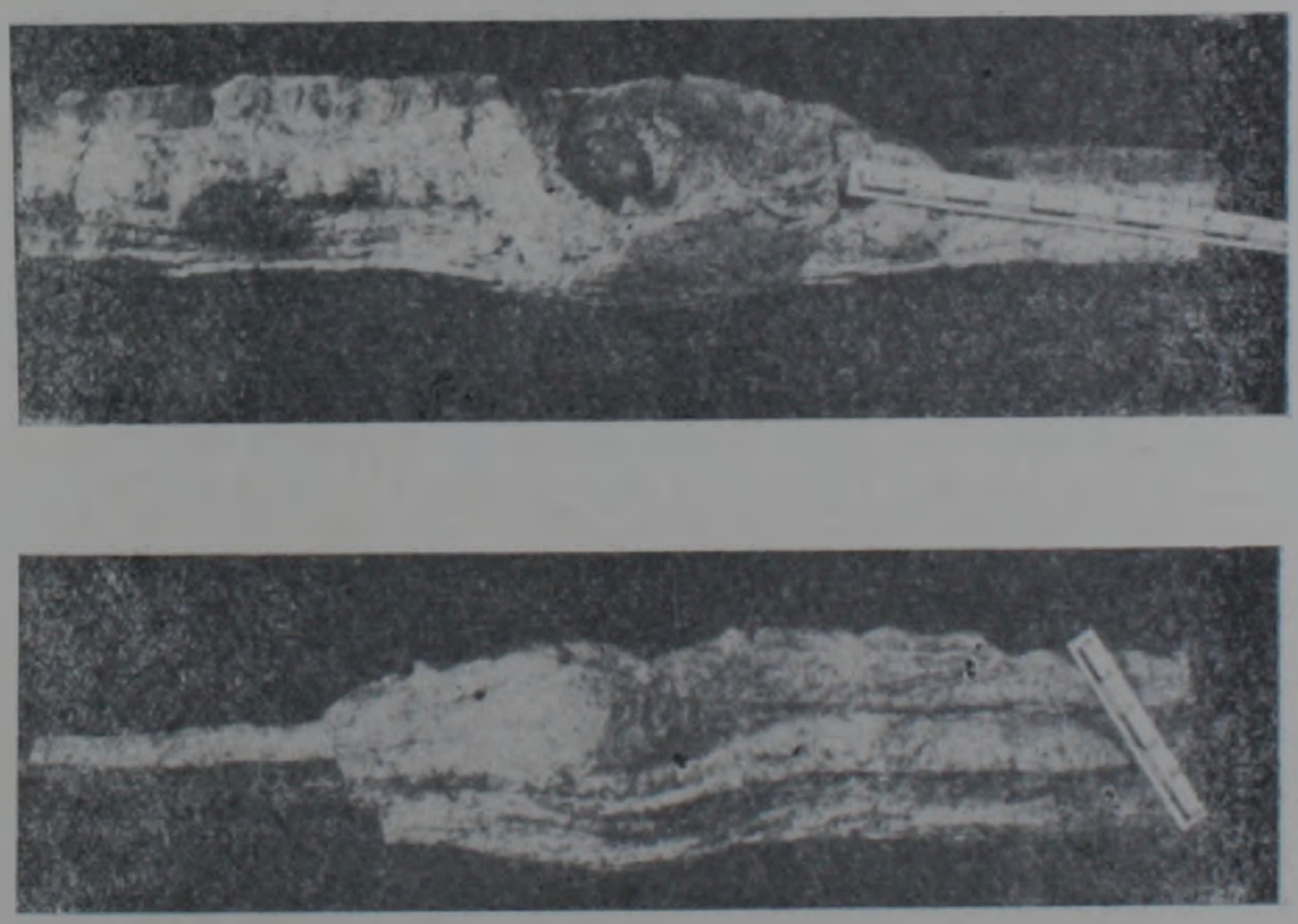
Внутреннее строение и состав даек

Дайки кварц-порфиров обладают беловатой окраской, благодаря чему они легко познаются при документации в поле. Характерной особенностью этих даек является их монотонный состав. На протяжении более 1800 *м* дайка меридионального направления не проявляет изменения в составе, за исключением ксенолитов, которые местами включены в большом количестве. Следует отметить, что при пересечении пород различных составов, состав дайки не претерпевает никаких изменений. Из этого следует предполагать, что внедрение дайки происходило в химически инертной среде.

В дайке очень четко выражена флюидальность, направленная вдоль простирания. Линии течения меняют свое направление и часто огибают ксенолиты (фиг. 6), что в известной степени дает представление об условиях ее становления. Особенно хорошо линии течения заметны на слабо выветрелых разностях, где породы дайки по неровным поверхностям



Фиг. 5. Продольный разрез по широтной дайке кварцевых порфиров. 1. Наносы. 2. Гидротермально измененные породы. 3. Дайка кварцевых порфиров. 4. Линия сочленения дайки с меридиональной дайкой того же состава. 5. Горизонтальные горные выработки

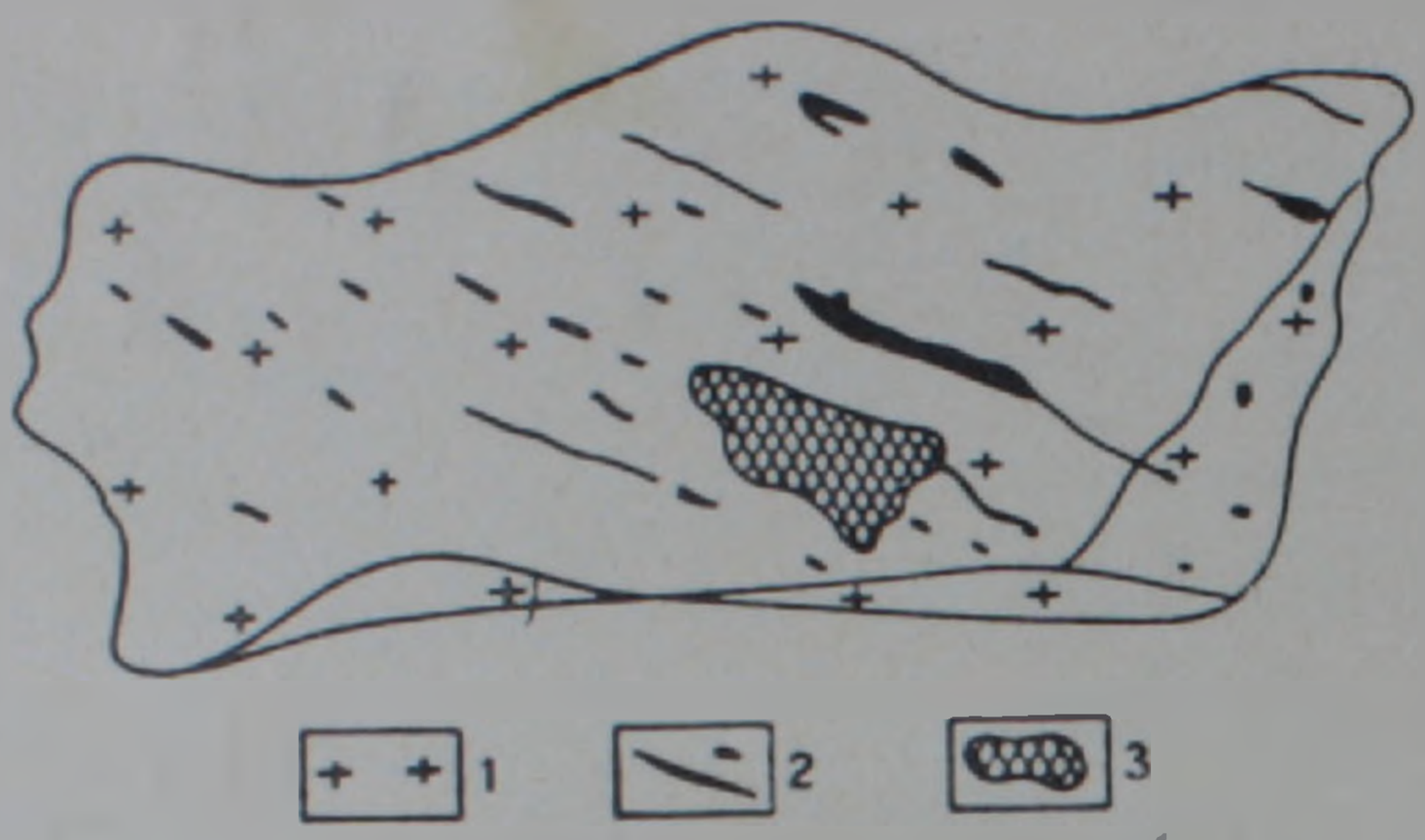


а

б

Фиг. 6. Линии течения, меняющие свое направление при огибании ксенолитов. а—вид со стороны обнаженного ксенолита, б—вид с обратной стороны.

флюидальности легко откалываются. Зачастую линии течения, как наиболее слабые в физическом отношении направления, служили путями для движения рудных флюидов, а затем вместилищем для рудных минералов, преимущественно для пирита (фиг. 7), что говорит о последайковой рудной минерализации.



Фиг. 7. Зарисовка образца оруденелой кварц-порфировой дайки с рудным ксенолитом. 1. Гидротермально-переработанная дайка кварцевых порфиров. 2. Сульфидные прожилки, вытянутые по линиям течения дайки. 3. Рудный «ксенолит» с сульфидной минерализацией и с тонкой гарниеритовой (?) оторочкой.

Из первичных структур дайки следует отметить также довольно четко выраженные поперечные трещины и менее четко выраженные трещины других направлений.

Структура породы порфировая с полнокристаллической или тонкозернистой основной массой.

Минеральный состав—плагиоклаз, кварц, карбонат, серицит, альбит, апатит, пренит, циркон, рудный минерал.

Вкрапленники, составляющие 6—8%, иногда и 10% породы, сложены полевым шпатом и кварцем, с преобладанием первого.

Полевой шпат вкрапленников достигает размеров 1,5×1,0 *мм*, но обычно представлен таблитчатыми кристаллами размером 0,8×0,5 *мм*. Как правило, полевой шпат полностью изменен, с образованием продуктов его разложения — кальцита, альбита, кварца и небольшой примеси серицита. В измененных разновидностях полевой шпат полностью карбонатизирован.

Кварц во вкрапленниках имеет изометричные формы с несколько сглаженными гранями. Отдельные индивиды в поперечнике достигают размера 1,5 *мм*, как исключение — 2,0 *мм*, но в среднем превалируют зерна величиной 0,2 — 0,3 *мм* в диаметре. Слабо корродирован основной массой. Последняя имеет микрозернистую структуру, сложенную плагиоклазом, кварцем и, в подчиненном количестве, серицитом. Взаимоотношения плагиоклаза и кварца характерны для панидиоморфнозернистой структуры.

Плагиоклаз основной массы карбонатизирован, гораздо слабее, нежели во вкрапленниках, но в то же время процесс серицитизации более интенсивен. В некоторых образцах полевой шпат основной массы слабо пелитизирован. В основной массе рассеян рудный минерал, который по прямоугольным формам разрезов сходен с пиритом. Рудный минерал, имеющий правильные кристаллические очертания, в размерах варьирует

от 0,1 до 0.4 *мм* в поперечнике. Помимо этого, рудный минерал в виде тонкой вкрапленности рассеян во всей породе.

Среди акцессориев отмечаются апатит и несколько зерен, обладающих высоким двупреломлением, минерала, который условно определен как циркон.

В качестве главного (в количественном отношении) вторичного минерала выступает карбонат, который часто представлен кальцитом, идентифицируемым на основании своей несколько слабой псевдоабсорбции. Серицит встречается в тесной связи с карбонатом, как продукт разложения плагиоклаза. В шлифе отмечаются участки, полностью выполненные карбонатом и пренитом. Последний устанавливается на основании более низкого двупреломления по сравнению с серицит-мусковитом. Эти участки имеют несколько угловатые очертания и можно предполагать, что они представляют собой обломки несколько иного состава, подвергнутые интенсивной переработке (по-видимому, обломки основной породы).

Макроскопически хорошо устанавливаются ксенолиты, которые местами присутствуют в большом количестве.

Изучение даек по вертикали также показывает, что до глубины 325 *м* они не испытывают никаких изменений, сохраняя монотонность состава и однообразие структуры. Только по широтной дайке, не имеющей выхода на дневную поверхность, наблюдается резкое изменение облика породы в приповерхностной ее части (горизонт 2447 *м*). Здесь дайка представлена мелкозернистой, плотной, раскристаллизованной массой без выделения кристаллов кварца и полевых шпатов. Только по цвету, расположению непосредственно над дайкой и широтному направлению устанавливается, что это единое с дайкой геологическое тело.

Отсутствие катакластических структур в дайке, зон брекчирования, милонитизации, кристаллической сланцеватости, разрывов и разлинзования говорит о том, что тектонические движения после формирования даек не имели места.

Рудные «ксенолиты» и относительный возраст оруденения

Наличие ксенолитов в дайке очень важно, в особенности в связи с тем, что большинство из них представлено рудными обломками. Среди ксенолитов установлены пиритизированные разности с плотным кварцем, ксенолиты, окрашенные в ярко зеленый цвет, вследствие обильного содержания гарниерита, с обильным тальком, встречаются разности с брекчированным кварцем, с вкрапленной сульфидной минерализацией, прорезанной густой сетью микропрожилков (пирит, халькопирит, гематит и другие рудные минералы темного цвета). В качестве ксенолитов зачастую участвуют обломки самой дайки, преимущественно обнаруживаемые в эндоконтактах. Ксенолиты в особенности встречаются при выклинивании дайки, а также в местах, где она контактирует с перидо-

титами. Преобладающими среди ксенолитов, как уже отмечалось выше, являются рудные. Нерудные же ксенолиты представлены обломками различных интрузивных пород в подавляющем большинстве основного состава.

Рудные «ксенолиты» подвергались микроскопическому исследованию т. к. были опасения принять за рудные ксенолиты обломки вмещающих пород, избирательно замещенные рудой [8].

При проведении микроскопических исследований особенно внимательно просматривались контакты обломков, около которых возможно обнаружить раздробленные кристаллы первоначальной породы или кристаллические агрегаты жильных и рудных минералов, погруженные в основную массу дайки. Оказалось, что раздробленных кристаллов около контактов «ксенолитов» не имеется, а рудная масса образует кристаллические агрегаты с полным сохранением габитусов кристаллов. Местами же кристаллы пирита пентагондодекаэдрической формы расположены в породе дайки, одной гранью плотно прирастая к руде.

Многочисленными наблюдениями установлено, что рудные «ксенолиты» не изолированы от рудоносных каналов, а, наоборот, они через рудные прожилочки, проникшие в дайку по линиям течений, присоединяются к рудоподводящим каналам (фиг. 7). Более того, вблизи рудных «ксенолитов» количество прожилочков и вкрапленной руды заметно увеличивается. Ко всему этому еще необходимо добавить, что дайка в общем и, в особенности, в местах увеличения количества рудных «ксенолитов», гидротермально сильно переработана. Очень интересно, что среди «ксенолитов» обнаружены разности, слабо измененные, с рудной оторочкой, рассеченные рудными прожилочками и пропитанные рудным минералом, или нацело замещенные рудой — одним словом, все переходные разности до образования рудных «ксенолитов».

В настоящей статье иллюстрируется «ксенолит» (фиг. 8), который окружен тонкой рудной оторочкой, а концентрическое гидротермальное изменение вместе с этим наглядно доказывает последайковый возраст оруденения.

Таким образом, доказывается дорудный возраст кварц-порфировой дайки Зодского золоторудного месторождения, на что указывают:

1. Повсеместное гидротермальное изменение дайки.

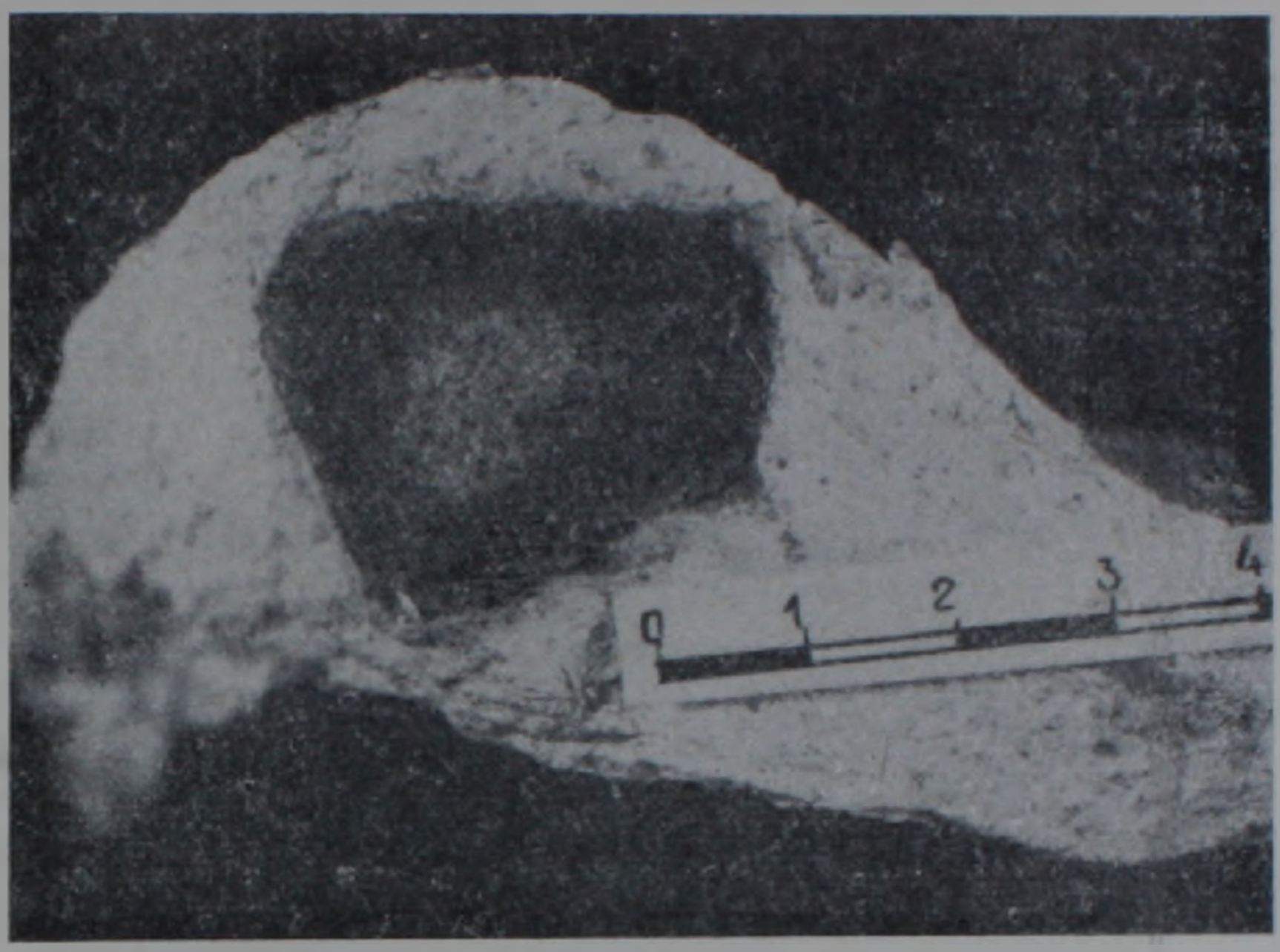
2. Направление, согласно флюидальности дайки, сульфидных прожилков и вкрапленности.

3. Наличие поздней золоторудной минерализации в поперечных трещинах дайки.

4. Неоднократные случаи рассечения дайковых пород рудными прожилками.

5. Обрастание дайки рудными и жильными минералами, в особенности в призальбандовых частях, без следов дробления дайковой породы или руды.

6. Метасоматический характер образования рудных «ксенолитов» в дайке.



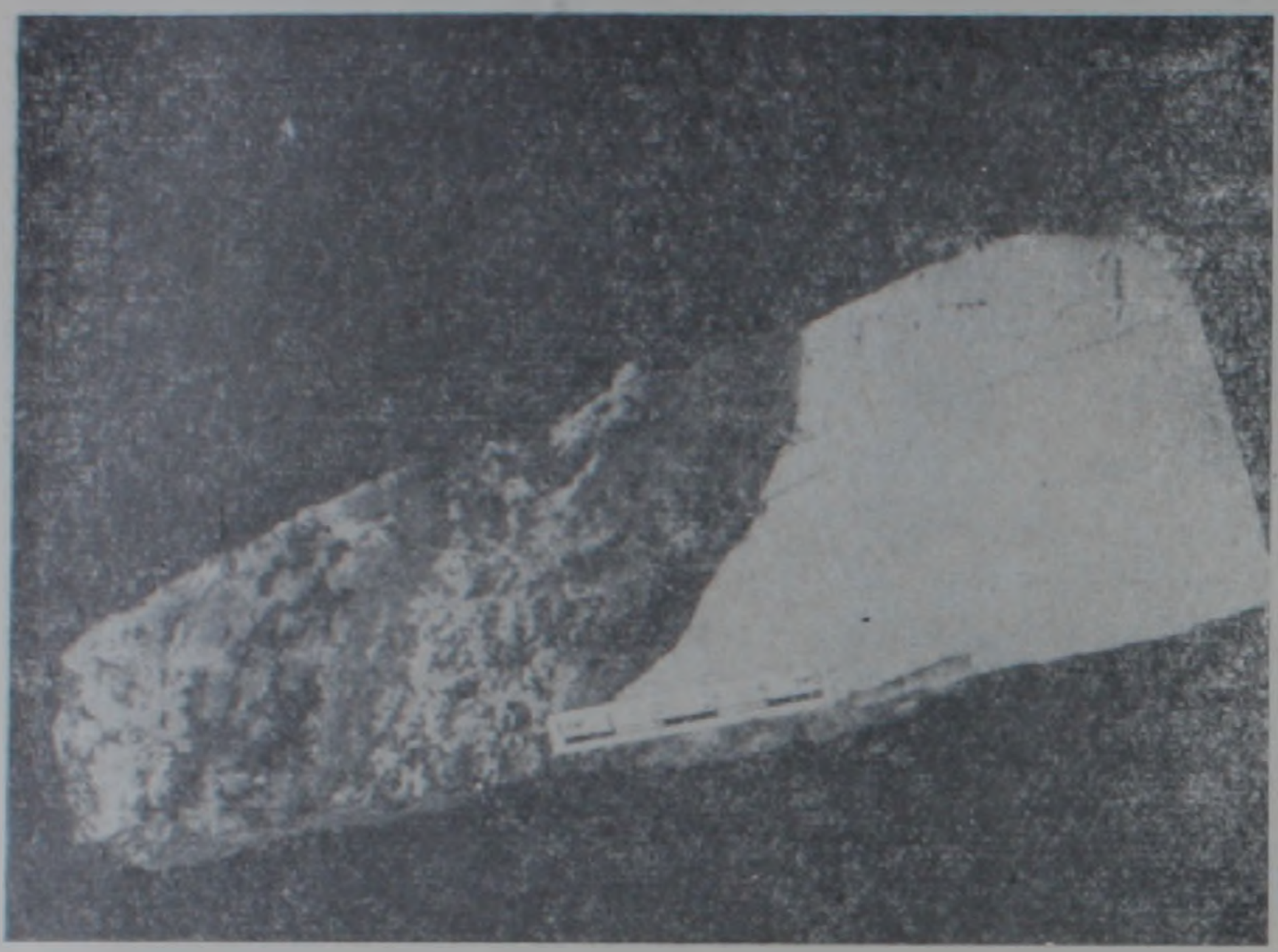
Фиг. 8. Ксенолит с рудной оторочкой и с концентрическими полосами гидротермальной переработки.

По данным анализов устанавливается, что ранняя рудная минерализация представлена сульфидными минералами, при этом совершенно отсутствует золотая минерализация.

Вопрос поздней минерализации, несущей кроме сульфидов также и золото, представляется следующим образом. Она, накладываясь на дайку, обогатила золотом в первую очередь уже имеющиеся участки с сульфидным оруденением, в особенности рудные «ксенолиты», образовав золотосодержащие гнездообразные включения небольших размеров (до 5,0×7,0 *см*). Кроме того, она весьма интенсивно приурочивалась также к зальбандам даек (фиг. 9) и, наконец, к поперечным трещинам первичной структуры дайки.

Внутреннее строение рудного тела, приуроченного к кварц-порфировой дайке, очень сложно и неоднородно. Несмотря на это, по данным анализа соотношений рудной минерализации с первичными структурами и текстурами дайки, а также с самой дайкой, можно установить, что оруденение представлено двумя различными этапами минерализации, отделенными друг от друга небольшим промежутком времени и отличающимися вещественным составом. В этом отношении ограничимся лишь тем, что ранняя минерализация лишена золота, а поздняя несет богатую золотую минерализацию.

1. Раннее оруденение выражено окварцеванием и сульфидной минерализацией. Оно представлено так называемыми рудными «ксенолитами», преимущественно пиритовой вкрапленностью и такими же прожилками небольшого протяжения, приуроченными к наиболее ранним первичным структурам — к линиям течения.



Фиг. 9. Приуроченность оруденения к зальбандам даек с отходящим в дайку прожилком.

2. Позднее оруденение выражено более интенсивным окварцеванием и сульфидной минерализацией с золотом. Оруденение накладывалось на ранние рудные образования, а также приурочивалось к зальбандам даек и к более поздним первичным структурам дайки — к поперечным трещинам, местами придавая внутреннему строению дайки характер лестничных жил.

Таким образом, приуроченность оруденения к различным элементам первичной структуры позволяет определить относительный возраст оруденения. При ранней минерализации из первичных структур дайки имелись только линии течения, остальные же структуры, в частности, поперечные трещины, еще не образовались, поэтому в поперечных трещинах ранняя минерализация отсутствует и, наоборот, при образовании поздней, золоторудной минерализации все первичные структуры были полностью оформлены, а поэтому кроме первичных линий течения, ксенолитов, поперечных трещин и других, установлены также золоторудные прожилки, расположенные диагонально, секущие по отношению дайки.

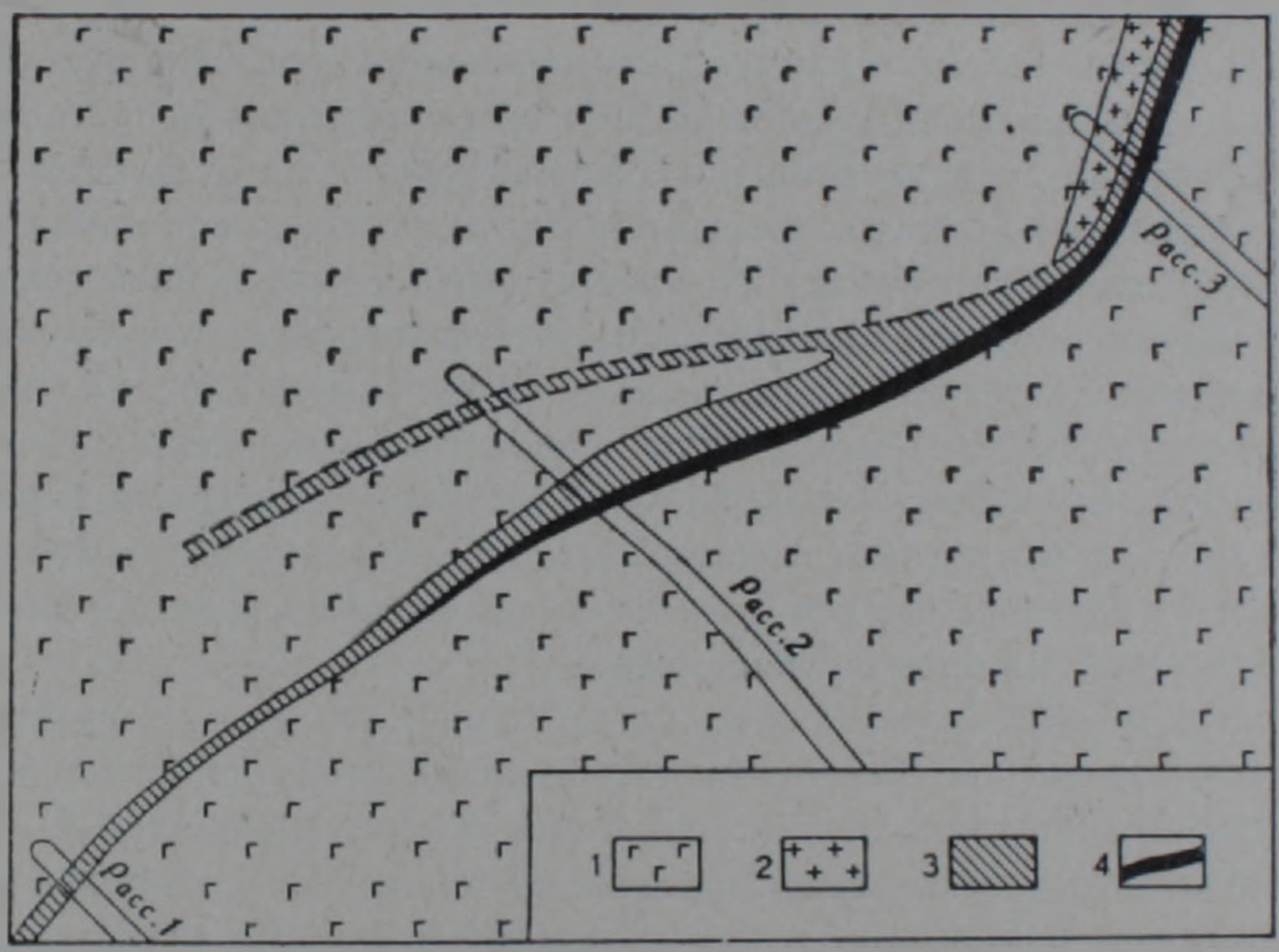
Такая близость времени становления дайки и рудообразования, территориально совмещающихся друг с другом, говорит об их явной парагенетической связи.

Условия образования даек и оруденения

Структурный тип оруденения, приуроченный к дайкам, можно определить, согласно классификации Ф. И. Вольфсона [4], как жильные зоны в сбросах вдоль контактов даек интрузивных пород. Они имеют значи-

тельное сходство с обычными жильными зонами Зодского месторождения. К этому типу относятся рудные тела 4 и 39. Рудное тело № 4 на протяжении 500 м прослеживается вдоль дайки, а местами — непосредственно по зальбанду ее висячего бока. На отдельных участках оно совершенно отходит от дайки, образуя обычную рудоносную зону.

Рудное тело № 39 на значительном расстоянии протягивается параллельно дайке, затем входит в дайку и продолжается по дайке до самого его слияния с широтной дайкой. Вышеотмеченное доказывает обычную последовательность образования. В начале дайки, затем гидротермальная переработка, после чего имел место процесс рудной минерализации с образованием рудного тела.



Фиг. 10. Соотношение оруденения с диорит-порфировой дайкой на горизонте 2180 м. 1. Габбро. 2. Дайки микродиорит-порфира. 3. Гидротермально переработанные породы. 4. Золоторудные тела.

На фиг. 10 наглядно видно как диорит-порфировая дайка, подсеченная рассечками штольни № 40, является ранним образованием, а рудная жила, как более позднее образование, приурочивалась к зальбанду дайки, предварительно меняя свое простирание, совмещаясь с направлением дайки.

В большинстве случаев рудными телами являются сами дайки, а зачастую в их пределах расположены рудные столбы в узлах пересечения, в сопряжениях или в местах выклинивания даек в виде структурных «ловушек». Аналогичный случай Н. Н. Бородаевским [3] описывается в отношении Березовского района на Урале, где широтные золотоносные жилы обогащаются золотом в местах пересечения ими даек.

На возрастную и пространственную близость даек кварц-порфиров и оруденения указывают многочисленные факты, позволяющие разгра-

ничить во времени даечные и гидротермальные образования, выяснить их соотношение с трещинной тектоникой. В этой связи дайки кварцевых порфиров Зодского месторождения пространственно приурочены к широтным и меридиональным системам трещин, к которым приурочены также образовавшиеся последовательно гидротермально измененные породы, затем рудные тела.

Дайки кварцевых порфиров Зодского месторождения относятся к третьему генетическому типу даек подразделения М. Б. Бородаевской [1], представляющему собой самостоятельное образование, не имеющее связи ни с крупными интрузиями, ни с эффузиями, сформировавшимися в относительно поздних этапах развития региона. По ряду соображений их можно отнести к малым интрузиям.

Руды Зодского золоторудного месторождения представляют собой типичные гидротермальные образования, формировавшиеся в удалении от магматических тел, являющихся первоисточниками этих гидротерм. На это указывают большая протяженность гидротермально измененных зон (20—25 км), однообразие их минерального состава, низкотемпературный характер минералообразования и, наконец, одинаковая степень интенсивности изменения пород на всем их протяжении. Только значительным вертикальным удалением от первоисточников можно объяснить монотонность изменения и выдержанный низкотемпературный характер гидротермально измененных зон. Ко всему этому еще следует добавить, что крупных интрузивных тел кислого состава в непосредственной близости от месторождения не обнаружено.

Исходя из вышеизложенного, можно говорить только о парагенетической связи золотого оруденения и даек кварц-порфиров Зодского месторождения с предполагаемым глубинным интрузивным очагом.

На парагенетическую связь золото-теллуровых руд и сопутствующих гидротермально измененных пород с дайками кварц-порфиров указывают следующие косвенные факты:

1. Локальное распространение даек кварц-порфирового состава в пределах рудного поля.

2. Совмещение рудных тел с дайками кварцевых порфиров.

3. Близкий возраст даек, гидротермально измененных пород и золоторудной минерализации.

4. Последовательное образование даек, гидротермально измененных пород и рудных тел.

5. Увеличение количества и мощности даек с глубиной, по мере вскрытия более глубоких горизонтов месторождения.

6. Приуроченность даек и рудных тел к одним и тем же системам трещинных структур и др.

Таким образом, источником рудогенерирующих растворов и даек Зодского месторождения следует считать очаг, залегающий в глубоких частях земной коры, еще не вскрытый эрозией.

Заключение

1. Приуроченность даек к трещинам различных направлений дает основание заключить, что во время становления даек, все направления трещинных структур уже были в основном оформлены.

2. В зависимости от характера вмещающих даек, трещин и физико-механических свойств среды их образования дайки кварц-порфиров обладают сложной морфологией, выраженной в образовании частых раздувов, сложных апофиз, изменения мощности в широких пределах, извилистым вертикальным и горизонтальным колебанием простирания в пределах 30—32° и др.

3. Условия становления дайки кварц-порфиров до глубины 325 *м* характеризуют однообразное сложение структуры, монотонный состав породы и ярко выраженную флюидальность. Только приповерхностная часть слепой дайки на глубину около 50 *м* представлена плотной массивной, беловатой массой, являющейся, по всей вероятности, результатом резкого изменения режима давления и температуры.

4. В местах выклинивания даек и в контактах с перидотитами дайки содержат большое количество рудных «ксенолитов», которые на основании детального изучения отнесены к последайковой минерализации, о чем свидетельствуют гидротермальное изменение даек, размещение рудных минералов, согласно флюидальности, наличие поздней золоторудной минерализации в поперечных трещинах даек, рассечение даек рудными прожилками различных направлений, обрастание даек рудными минералами и др.

5. Установлено, что оруденение представлено двумя различными этапами минерализации, отделенными друг от друга небольшим промежутком времени. Ранняя минерализация лишена золота, а поздняя несет богатую золотую минерализацию.

6. Ранняя минерализация представлена рудными «ксенолитами» пиритовой вкрапленностью и прожилками небольшого протяжения. Ранняя минерализация приурочена к «ксенолитам» и наиболее ранним первичным структурам — к линиям течения.

7. Поздняя минерализация, накладываясь на ранние рудные образования, приурочена также и к зальбандам даек и более поздним их первичным структурам — к поперечным трещинам.

8. Приуроченность оруденения к различным элементам первичной структуры, являющимися непосредственным продолжением процесса образования даек, позволяет определить относительный возраст оруденения и установить явную последовательность парагенетической связи оруденения с дайками кварц-порфиров.

9. На парагенетическую связь золото-теллуровых руд и сопутствующих гидротермально измененных пород с дайками кварц-порфиров указывают: размещение даек только в пределах месторождений, совмещение рудных тел с дайками, близкий возраст даек, измененных пор-

и рудной минерализации, последовательность их образования и приуроченность даек и рудных тел к одним и тем же системам трещин.

10. Наличие даек кварц-порфиров в пределах Зодского рудного поля может прямо указать на наличие золотого оруденения, расположенного вблизи или непосредственно в самой дайке.

Производственный геологоразведочный
трест УПМ

Поступила 31.V.1973.

Է. Մ. ՄԱԴԱԹՅԱՆ

ՔՎԱՐՑ–ՊՈՐՖԻՐԱՅԻՆ ԴԱՅԿԱՆԵՐԻ ՏԵՂԸ ՈՒ ՆՐԱՆՑ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ ՋՈԴԻ ՈՍԿՈՒ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ԶԵՎԱՎՈՐՄԱՆ ՊՐՈՑԵՍՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Հոդվածում առաջ է քաշվում Ջոդի ոսկու հանքավայրում նոր հանքային մարմինների որոնման և խոր հորիզոնների ուսումնասիրման գործում քվարց-պորֆիրային դայկաների ուսումնասիրման կարևորությունը։ Այդ դայկաները բնորոշվում են բարդ ձևերով, որոնք պայմանավորված են ներփակող ճեղքերի և շրջապատի ապարների ֆիզիկա-մեխանիկական հատկություններով։

Հաստատված է, որ հանքայնացումը ներկայացված է միներալիզացիայի երկու փուլով, որոնց միջև ընկած է փոքր ժամանակահատված, բստ որում ոսկեբեր է միայն ուշ միներալիզացիոն փուլը։

Վաղ միներալիզացիան ներկայացված է հանքայնացված բեկորներով, պիրիտի ցանով ու երակիկներով և հարում և դայկաներում գտնվող քսենոլիտներին և ամենավաղ առաջնային ստրուկտուրաներին՝ հոսքի գծերին։ Ուշ միներալիզացիան վրադրված է վաղ հանքային առաջացումների վրա և հարում է նաև դայկաների գալբանդային մասերին ու նրանց ավելի ուշ առաջնային ստրուկտուրաներին՝ լայնակի ճեղքերին։

Հանքայնացման սերտ կապը դայկաների առաջնային ստրուկտուրաների տարբեր տարրերին, որոնք դայկառաջացման պրոցեսի անմիջական շարունակությունն են հանդիսանում, թույլ է տալիս որոշելու հանքայնացման հարաբերական հասակը և հաստատելու քվարց-պորֆիրային դայկաների և հանքայնացման հաջորդական ձևավորման պարագենետիկ կապը։

Հետևապես, Ջոդի հանքադաշտի սահմաններում քվարց-պորֆիրային դայկաների առկայությունը կարող է ուղղակիորեն մատնանշել ոսկու հանքայնացման առկայությունը, որը տեղադրված կլինի կամ բուն դայկաներում, կամ էլ նրանց մոտակայքում։

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Бородаевская М. Б.* Некоторые вопросы геологии, петрогенеза и металлогении малых интрузий поздних этапов развития тектоно-магматического цикла. В сб.: «Магматизм и связь с ним полезных ископаемых». Изд-во АН СССР, 1955.

2. *Бородаевская М. Б., Бородаевский Н. И.* Формы локализации скрытых рудных тел в эндогенных месторождениях, связанных с дайками и малыми интрузиями. В сб.: «Вопросы изучения и методы поисков скрытого оруденения». Госгеолтехиздат, 1963
3. *Бородаевский Н. И.* О значении наблюдений над дайками изверженных и жильных пород при изучении рудных месторождений. В сб.: «Рудничная геология», Госгеолтехиздат, 1946.
4. *Вольфсон Ф. И.* Структуры эндогенных рудных месторождений. В сб.: «Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях». Изд-во АН СССР, 1955.
5. *Гуров Е. П., Гурова Е. П.* Об особенностях кристаллизации гранитоидов в гипабиссальных условиях (на примере малых интрузий Станового хребта). «Геол. и геофиз.», № 2, 1968.
6. *Крейтер В. М.* Структуры рудных полей и месторождений. Госгеолтехиздат, 1956.
7. *Повилайтис М. М.* Соотношение оруденения с дайками, как один из критериев генетической связи месторождений с интрузиями (на примере Джидинского месторождения). Известия АН СССР, серия геол., № 1, 1957.
8. *Сонюшкин Е. П., Рыболов Б. Л., Хорошилов Л. В., Вольфсон Ф. И.* Картирование и изучение рудных тел. В книге «Структура рудных полей и месторождений». Госгеолтехиздат, 1960.
9. *Фаворская М. А.* О взаимоотношении оловянного и полиметаллического оруденения с дайками в Южном Приморье Известия АН СССР, серия геол., № 1, 1957.
10. *Фаворская М. А.* О проблеме генезиса даек и их взаимоотношении с оруденением. Известия АН СССР, серия геол., № 1, 1957.

Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, 2, 48—56, 1974

УДК 553.462

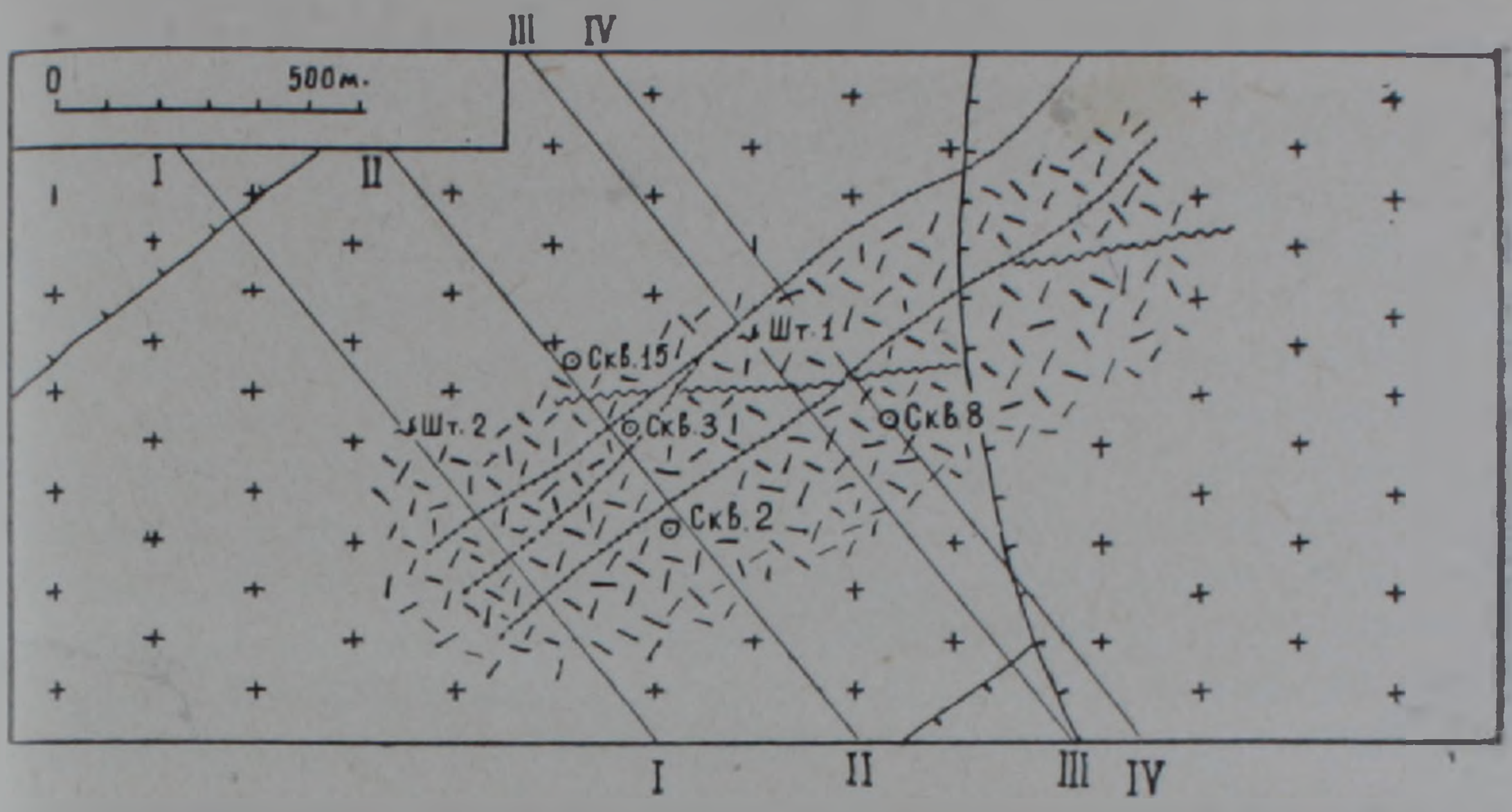
В. Б. БАРСЕГЯН, Э. Х. ГУЛЯН, А. А. МАРКОСЯН, Р. А. ТОРОСЯН

О ПЕРСПЕКТИВАХ АНКАСАРСКОГО МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ОСНОВАНИИ ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫХ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

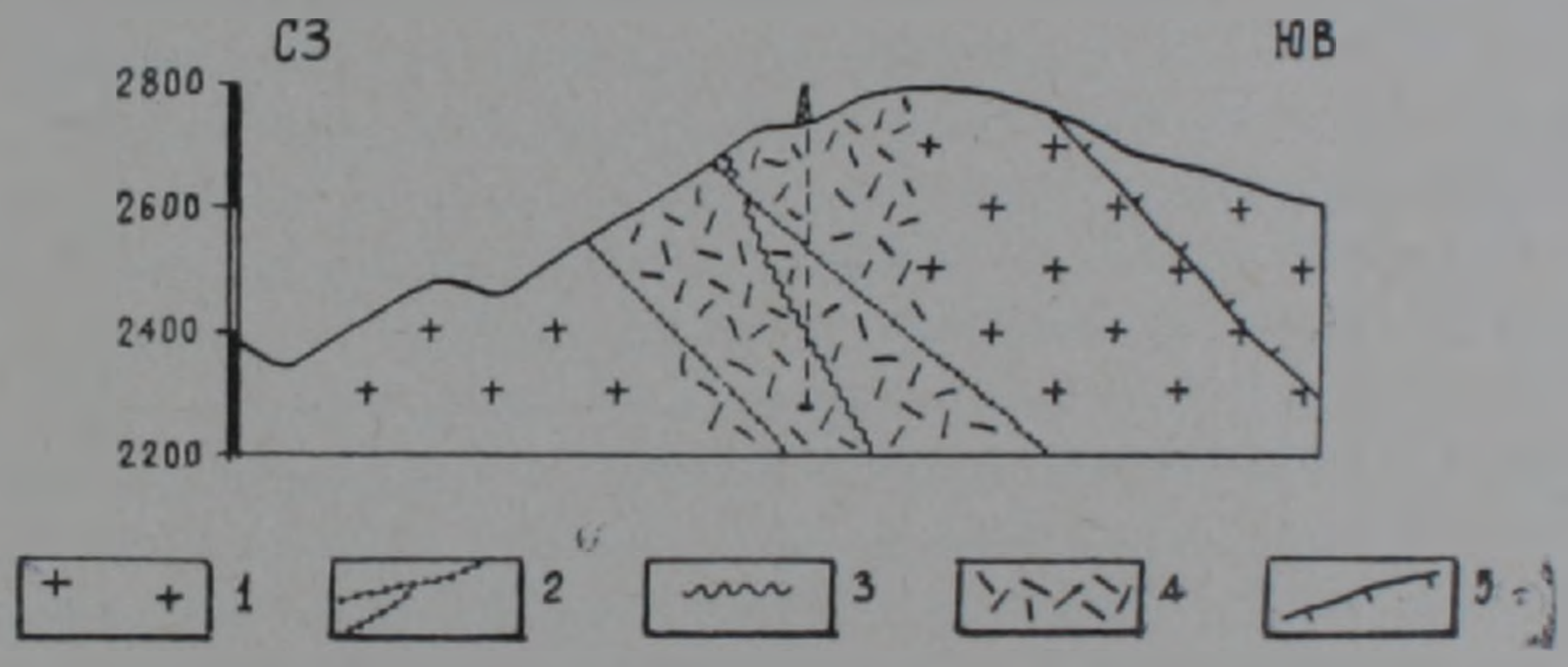
Известно, что юго-восточная часть Армянской ССР является наиболее интенсивной рудоносной областью. Здесь расположены многие крупные медно-молибденовые и медноколчеданные месторождения (Каджаран, Агарак, Айгедзор, Джиндара, Кафан), а количество рудопроявлений превышает триста. При этом, в пространстве рудопроявления и месторождения размещены весьма неравномерно и встречаются группами, образуя тем самым рудные узлы. Как правило, в каждом рудном узле существуют один или два участка с оруденением промышленного значения. Но в некоторых рудных узлах в настоящее время еще не известны промышленные концентрации полезного компонента. Одним из таких узлов является бассейн среднего и верхнего течения р. Гехи, где выявлено около двадцати рудопроявлений. Для обнаружения и выделения перспективных участков в бассейне р. Гехи, УГ СМ Арм. ССР с 1964 г. проводятся детальные поисково-съемочные работы. В процессе этих работ проводилось изучение ранее известных рудопроявлений (Гехинское, Кефашенское, Казанличское и др.), а также вновь выявленных (Жайрадзорское, Анкасарское и др.). В настоящей статье излагаются некоторые результаты изучения Анкасарского месторождения.

Анкасарское медно-молибденовое месторождение расположено на правом борту р. Обадара на абсолютных отметках 2200—2800 *м*. Территория месторождения сложена среднезернистыми гранодиоритами Гярдской интрузии верхнеэоценового возраста [1], которые прорываются дайками гранит-порфиров, роговообманковых гранодиорит-порфиров и лампрофиров (фиг. 1). Все дайки в основном падают на юго-восток под углами 45—70°. Мощность даек колеблется в пределах 1—15 *м*. Оруденение развивается на площади 0,8—1,0 *кв. км*, имеющей вид мощной (0,5 *км*) рудоносной зоны северо-восточного простирания. Оруденение в зоне подсечено скважинами на глубину до 450 *м* и в настоящее время до полного выклинивания не прослежено.

Рудоносная зона в своей северо-восточной части пересекается крупным сбросом близмеридионального простирания, падающим на северо-восток под углами 65—70°. В процессе детального геологического картирования удалось проследить этот разлом на север и на юг на расстоянии 10—12 *км*. При этом выяснилось, что он является северо-западным продолжением одной из ветвей регионального Дебаклинского разлома. Указанным близмеридиональным разломом территория место-



Геологический разрез по профилю IV–IV



Фиг. 1. Геологическая карта Анкасарского медно-молибденового месторождения. 1. Среднезернистые гранодиориты. 2. Дайки гранит-порфиров и роговообманковых гранодиорит-порфиров. 3. Дайки лампрофиров. 4. Оруденелые гранодиориты. 5. Разломы.

рождения делится на два блока: западный (лежачий бок) и восточный (висячий бок). В пределах западного блока закартированы два разлома северо-восточного простирания. Они прослежены далеко на юго-запад, где упираются в другую ветвь Дебаклинского разлома. Вдоль северо-восточных разломов наблюдаются протяженные зоны смятия и перетирания пород, с милонитами и зеркалами скольжения, указывающие на то, что по ним происходили повторные подвижки в условиях бокового давления. Гранодиориты западного блока, оказавшиеся зажатыми между этими нарушениями, подверглись интенсивному механическому раздроблению. Об этом свидетельствуют наблюдающиеся в них многочисленные едва заметные, мелкие волосяные трещинки, количество которых на 1 *п. м* составляет 8—12 и более, и более выдержанные по простиранию и падению крупные трещины. По последним нигде, как правило, не наблюдается следов перетирания или тектонической глинки, свидетельствующих о том, что по ним не происходили

тектонические подвижки. К тому же выдержанность элементов залегания указывает на то, что они первоначально образовались в результате скалывающих сил, как трещины скола.

Анализ трещинной тектоники позволил выявить, что на западном блоке развита трещиноватость северо-восточного простирания с азимутально противоположными падениями отдельных трещин. Одни трещины, в основном, крутопадающие (углы падения 60—80°), имеют азимут падения 310±20°, а другие, пологопадающие (углы падения 20—50°) — 130±20°. На восточном же блоке трещиноватость указанной системы проявлена очень слабо. При этом крутопадающие трещины имеют восточные азимуты падения, то-есть противоположные таковым западного блока. В то же время, на восточном блоке очень широко проявлена трещиноватость северо-западного простирания. В этой системе крутопадающие трещины падают в северо-восточные румбы (80±±20°), а пологопадающие (с углами падения 10—30°) — в юго-западные румбы (260±20°). По своему положению и характеру проявления эта трещиноватость теснейшим образом связана с близмеридиональным разломом и является оперяющей его трещиноватостью, образовавшейся под действием скалывающих усилий в породах висячего бока.

Морфологические особенности трещин и разломов указывают на то, что они образовались в условиях бокового сжатия, в период складкообразования и имели сколовый характер. В таких условиях не могли бы существовать приоткрытые трещины. Наличие же мощных и выдержанных даек порфировой текстуры указывает на то, что в какой-то период тектонического развития региона условия сжатия сменились растяжением, которое привело к образованию приоткрытых трещин отрыва, заполненных магмой или оказавшихся растворопроводящими каналами. При этом максимально приоткрывались более крутопадающие трещины, по которым стремились вверх гидротермальные растворы, вызвавшие интенсивное метасоматическое изменение боковых пород. Как на западном, так и на восточном блоках участка пологопадающие трещины сопровождаются очень слабым метасоматозом боковых пород.

В пределах месторождения вследствие гидротермального изменения исходных пород образовались кварц-серицитовые, кварц-гидрослюдистые, кварц-калишпат-мусковитовые и эпидот-хлорит-карбонатные метасоматиты. Оруденение представлено кварц-сульфидными прожилками и жилами мощностью от миллиметра до нескольких десятков сантиметров, ассоциирующими с кварц-серицитовыми метасоматитами. Главные рудные минералы представлены пиритом, халькопиритом, молибденитом и блеклыми рудами. Кроме жил и прожилков сульфиды образуют вкрапленность в метасоматически слабо измененных породах межжильного пространства. В кварц-гидрослюдистых и кварц-калишпат-мусковитовых метасоматитах сульфиды имеют наложенный характер. Оруденение наблюдается в трещинах всех отмеченных систем. Однако, значительные по размерам жилы тяготеют к пологопадающим

трещинам. С увеличением крутизны трещин уменьшается степень рудоносности. Очевидно локализация оруденения в пологопадающих трещинах обусловлена не структурными, а физико-химическими факторами, выяснение которых требует дополнительных исследований.

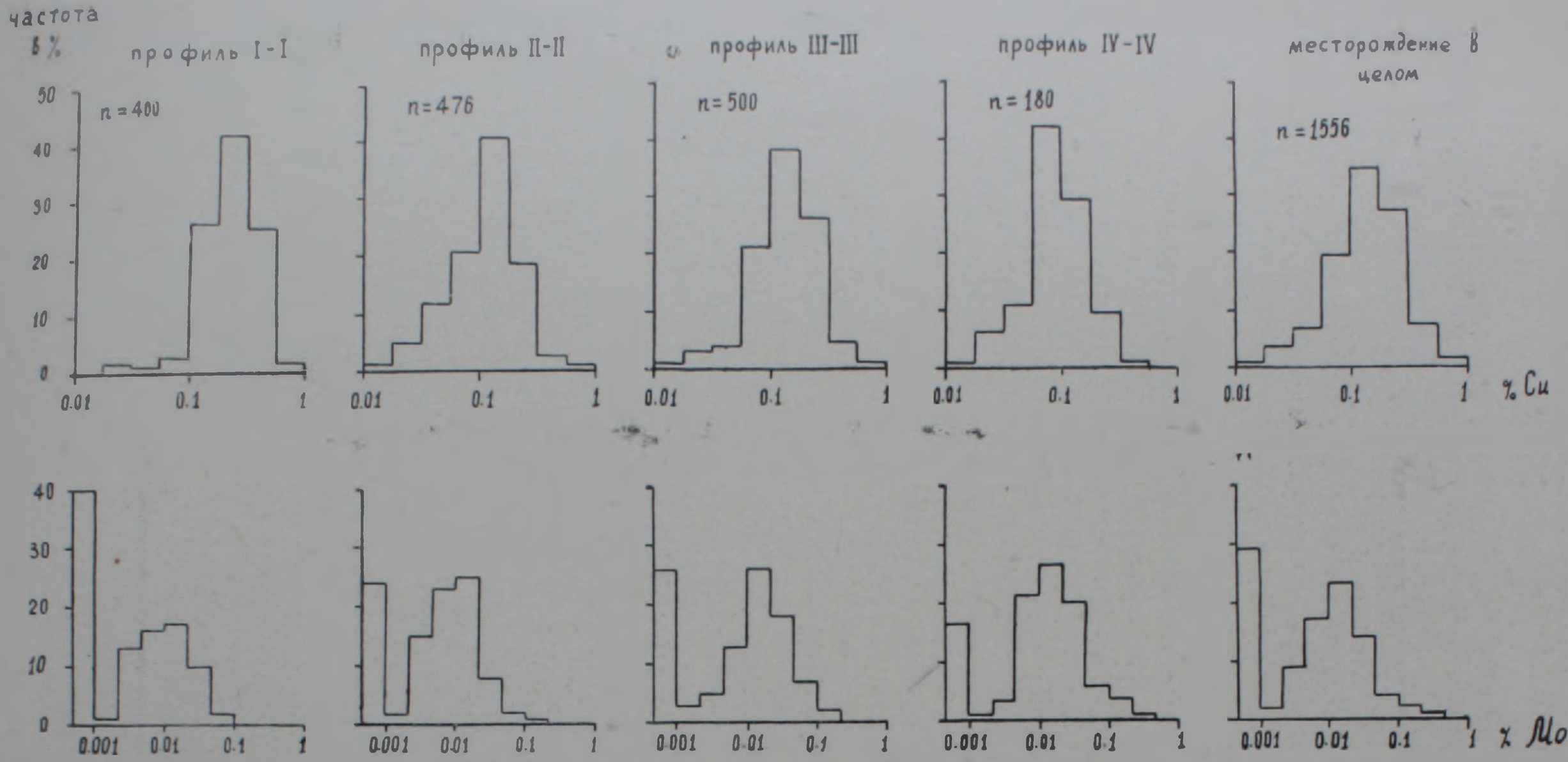
В пределах западного блока с юго-запада на северо-восток наблюдается увеличение интенсивности минерализации. С приближением к близмеридиональному разлому возрастает количество кварц-молибденитовых и кварц-халькопирит-молибденитовых прожилков и жил.

По мощности рудоносной зоны оруденение распределяется неравномерно. Отдельные полосы интенсивно оруденелых пород, мощностью 1—12 *м*, чередуются с полосами очень слабо оруденелых пород, мощность которых колеблется в более широких пределах и доходит до 50 *м*, но, как правило, находится в интервале 3—5 *м*.

О характере распределения рудных компонентов в зоне большую информацию дают данные химического и спектрального анализов (около 1800 проб, взятых из подземных горных выработок и скважин), выполненных в лабораториях УГ СМ Арм. ССР и ЦГХЭ КазИМСА. Статистическая обработка результатов анализов проведена А. А. Маркосяном на ЭВМ «Минск-22» на кафедре геохимии МГУ.

Проведенные исследования показали, что как по месторождению в целом, так и по отдельным профилям, распределение содержаний Cu и Mo хорошо согласуется с логнормальным законом. Вариационные кривые распределения логарифмов содержаний Cu и Mo (фиг. 2) во всех случаях характеризовались мономодальностью, если не считать пробы с содержанием Mo менее 0,001% (при чувствительности аналитического метода 0,001%, очевидно, они являются фоновыми). Это дает основание все частные выборки (результаты по отдельным профилям) рассматривать как варианты единой генеральной совокупности и проследить изменение статистических параметров в определенном направлении (табл. 1). Для проверки наличия статистического различия между средними использовался критерий Стьюдента (t—критерий), а дисперсий — критерий Фишера (F—критерий). При этом выяснилось, что между средними логарифмами содержаний Cu и Mo и соответствующими дисперсиями соседних профилей существует статистическое различие с вероятностью 0,99. В таком случае, рассматривая данные таблицы 1, нетрудно прийти к выводу, что в пределах рудоносной зоны существует отчетливая горизонтальная зональность. С юго-запада на северо-восток наблюдается увеличение среднего содержания молибдена и уменьшение среднего содержания меди, а также уменьшение дисперсий логарифмов содержаний обоих элементов. Эта закономерность более отчетливо проявляется в изменении медно-молибденового соотношения (последняя графа таблицы).

Как показывает опыт изучения первичных геохимических ореолов [2, 3], определенную помощь для выделения наиболее перспективных участков могут оказать данные по распределению содержаний других, не представляющих промышленной ценности, химических элементов.



Фиг. 2 Вариационные диаграммы распределения содержаний Cu(а) и Mo(б) на Анкасарском медно-молибденовом месторождении

Таблица 1

Статистические параметры распределения логарифмов содержаний Cu, Mo и соотношение их средних содержаний (X_{Cu}/X_{Mo}) на Анкасарском медно-молибденовом месторождении

№ профилей	Расстояние между соседними профилями, *м*	Число проб	Cu		Mo		$\frac{X_{Cu}}{X_{Mo}}$
			$\lg \bar{x}$	$\lg s^2$	$\lg \bar{x}$	$\lg s^2$	
I	300	400	−0.679 (0,210)	0,122	−2,189 (0,0065)	0.495	32,4
II	350	476	−0.788 (0,163)	0,040	−2.108 (0,0078)	0.487	23,2
III	100	500	−0,937 (0,116)	0,010	−1,888 (0,0130)	0,471	8,4
IV		180	−1,138 (0,073)	0,008	−1,769 (0,0170)	0,435	4,3

Примечание: в скобках приведены среднелогарифмические, %.

$\lg s^2$—дисперсия логарифмов содержаний.

$\lg x$ — среднее значение логарифмов содержаний

Для этой цели в 200 пробах были определены содержания около 40 химических элементов, из которых более или менее информативными являются данные по Zn, Pb, Ag, Ni, Bi, Ba, Sr, Y.

Статистическая обработка результатов анализов показала, что в распределении логарифмов содержаний и дисперсий по исследуемым профилям, а также в изменении соотношений линейных продуктивностей и корреляционных связей между отдельными химическими элементами существует определенная зональность. Рассматривая таблицу 2, нетрудно заметить, что содержания Zn, Pb, Ag. Ni, Ba, Y проявляют тенденцию к уменьшению, а содержание стронция — к увеличению в северо-восточном направлении. Зональность более контрастно выражается в изменениях соотношений линейных продуктивностей и особенно в соотношениях произведений последних (табл. 3). В северо-восточном направлении наблюдается также усиление корреляционных связей между элементами (табл. 4).

Проведенные исследования позволяют сделать некоторые выводы относительно генезиса Анкасарского медно-молибденового месторождения и, учитывая выявленные закономерности, наметить дальнейшие направления геологоразведочных работ.

Мономодальность статистических кривых распределения содержаний меди и молибдена в промышленно перспективных оруденелых интервалах и положительная корреляционная связь между названными элементами свидетельствуют о том, что рудоотложение происходило дифференциально из единой порции гидротермальных растворов.

Выявленная зональность указывает на то, что эпицентр растекания гидротермальных растворов находится в северо-восточной части рудоносной зоны, видимо там, где последняя пересекается близмеридиональным разломом. Просачиваясь через трещиноватые породы, гидротермы

Таблица 2

Статистические параметры распределения логарифмов содержаний Zn, Pb, Ag, Ni, Ba, Sr и Y на Анкасарском месторождении (по данным спектрального анализа)

№ профилей	Число проб	Zn		Pb		Ag		Ni		Ba		Sr		Y	
		$\lg \bar{x}$	$s^2 \lg$	$\lg \bar{x}$	$s^2 \lg$	$\lg \bar{x}$	$s^2 \lg$	$\lg \bar{x}$	$s^2 \lg$	$\lg \bar{x}$	$s^2 \lg$	$\lg \bar{x}$	$s^2 \lg$	$\lg \bar{x}$	$s^2 \lg$
I	44	—1,82 (0,0156)	0,26	—2,95 (0,0011)	0,23	—3,82 (0,00015)	0,30	—2,58 (0,0026)	0,17	—1,08 (0,08)	0,22	—1,89 (0,013)	0,19	—2,28 (0,0052)	0,18
II	46	—1,53 (0,0315)	0,31	—2,74 (0,0019)	0,21	—4,08 (0,00008)	0,21	—2,67 (0,0021)	0,17	—1,27 (0,05)	0,17	—1,95 (0,011)	0,26	—2,55 (0,0028)	0,11
III	43	—2,05 (0,0092)	0,19	—2,77 (0,0016)	0,30	—3,79 (0,00016)	0,34	—2,70 (0,0019)	0,18	—1,15 (0,07)	0,26	—1,80 (0,016)	0,27	—2,41 (0,0038)	0,16
IV	65	—1,89 (0,0128)	0,21	—2,79 (0,0015)	0,25	—4,09 (0,00007)	0,23	—2,77 (0,0017)	0,17	—1,21 (0,06)	0,23	—1,70 (0,019)	0,30	—2,53 (0,0031)	0,14

Примечание: в скобках приведены среднелогарифмические, %.

Таблица 3

Соотношения линейных продуктивностей некоторых химических элементов на Анкасарском месторождении (по данным спектрального анализа)

№ профилей	Соотношения линейных продуктивностей						
	$\frac{Cu}{Mo}$	$\frac{Pb}{Mo}$	$\frac{Zn}{Mo}$	$\frac{Ag}{Mo}$	$\frac{Cu}{Bi}$	$\frac{Ba}{Sr}$	$\frac{Cu \times Pb \times Zn \times Ag \times Ba}{Mo \times Bi \times Sr}$
I	51	0,22	2,4	$2,2 \times 10^{-2}$	5900	7,2	3400
II	49	0,90	4,6	$2,4 \times 10^{-2}$	3300	4,5	289
III	9,3	0,09	0,6	$6,5 \times 10^{-3}$	1600	4,2	170
IV	8,6	0,16	0,9	$4,3 \times 10^{-3}$	900	3,5	2

Таблица 4

Коэффициенты парной корреляции между логарифмами содержаний некоторых химических элементов на Анкасарском месторождении

№ профилей	Парные коэффициенты корреляции					
	Cu—Mo	Cu—Ag	Mo—Ag	Ba—Sr	Y—Sr	Y—Ba
I	0,25	0,30	0,55	0,57	0,33	0,49
II	0,39	0,59	0,62	0,60	0,49	0,51
III	0,56	0,82	0,53	0,66	0,71	0,67
IV	0,61	0,87	0,60	0,69	0,73	0,68

Примечание: в таблице приведены статистически значимые коэффициенты корреляции при вероятности 0,95 для пар элементов, проявляющих устойчивую корреляционную связь между собой во всех профилях.

свой полезный груз отлагали дифференцированно. Основная часть Mo, Bi и Sr отлагалась вблизи центра растекания рудоносных растворов, а Cu, Pb, Zn, Ag, Ba и Y выносились и отлагались значительно дальше от него. В таком случае логично предполагать, что в месте стыковки рудоносной зоны с близмеридиональным разломом на северо-восточном фланге, где сильно повышается и трещиноватость пород, должен существовать рудный столб с высокими содержаниями металлов (особенно Mo). В этой части рудоносной зоны и намечается провести детальные поисково-разведочные работы.

Управление геологии
СМ Армянской ССР

Поступила 12.VI.1973.

Վ. Բ. ԲԱՐՍԵՂՅԱՆ, Է. Խ. ՂՈՒԼՅԱՆ, Ա. Ա. ՄԱՐԿՈՍՅԱՆ, Ռ. Ա. ԽՈՐՈՍՅԱՆ

ՀԱՆՔԱԱՍԱՐԻ ՊՂԻՆՁ-ՄՈԼԻԲԴԵՆԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ՀԵՏԱԽՈՒԶՄԱՆ ԲԱՑԱՀԱՅՏՈՒՄԸ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱ-ՍՏՐՈՒԿՏՈՒՐԱՅԻՆ ԵՎ ԳԵՈՔԻՄԻԱԿԱՆ ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ ՀԻՄԱՆ ՎՐԱ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Քաջարանի և Դաստակերտի հանքային դաշտերի միջև ընկած գգալի տարածությունում (Գեղի գետի ավազան) մինչև օրս արդյունաբերական հանքայնացում հայտնաբերված չէ, չնայած հայտնի են մոտ 20 հանքային երևակումներ։ Հոդվածում առաջին անգամ տրվում է դրանցից մեկի՝ Հանքասարի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրի երկրաբանական կառուցվածքի նկարագրությունն ու կատարված գեոքիմիական ուսումնասիրությունների արդյունքները։

Պարզվել է, որ հանքայնացումը վերահսկվում է Դեբաքլիի ռեգիոնալ խախտման ճյուղերից մեկով, որն ուղեկցվում է հյուսիս-արևելյան (40±20°) և հյուսիս-արևմտյան (350±20°) տարածում ունեցող փետրավորվող ճեղքերով, որոնք առաջացնում են միմյանց հետ հատվող երկու գոտիներ։ Բոլոր ճեղքերը այս կամ այն չափով լցված են քվարց-սուլֆիդային (պիրիտ, խալկոպիրիտ, մոլիբդենիտ) միլիմետրից մինչև մի քանի տասնյակ սանտիմետր հզորություն ունեցող երակներով ու երակիկներով։ Ընդ որում, հանքայնացման ինտենսիվության և ճեղքերի թեքության միջև նկատվում է հակադարձ կապ։ Համեմատաբար հզոր երակները կապված են փոքրաթեք ճեղքերի հետ։ Ճեղքերի թեքության աճին զուգրնթաց հանքայնացումը թուլանում է։

Հետազոտելով Cu, Mo, Zn, Pb, Ag, Bi, Sr և Y տարածման ու տեղաբաշխման առանձնահատկությունները, հայտնաբերվել է որոշակի զոնալականություն հանքվերահսկող խախտման նկատմամբ։ Այդ խախտումից հեռանալուն զուգրնթաց նկատվում է Mo, Bi, Sr պարունակությունների նվազում և Cu, Zn, Pb, Ag, Ni, Ba և Y պարունակությունների աճ։

Կատարված ուսումնասիրությունները հիմք են տալիս ենթադրելու, որ հանքաբեր լուծույթների թափանցման կենտրոնը հանդիսացել է հանքվերահսկող խախտման և հյուսիս-արևելյան տարածում ունեցող ճեղքային (հանքատար) գոտու հատման տեղը, որտեղ էլ հետևաբար պետք է փնտրել հարուստ և մեծ չափեր ունեցող հանքայնացում։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Габриелян А. А., Багдасарян Г. П., Джрбашян Р. Т., Карапетян К. И., Меликсетян Б. М., Мелконян Р. Л., Мнацаканян А. Х.* Основные этапы геотектонического развития и магматической деятельности на территории Армянской ССР. Известия АН АрмССР, Науки о Земле, т. XXI, № 1—2, 1968.
2. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. «Недра», 1965
3. Руководство по предварительной математической обработке геохимической информации при поисковых работах. «Недра», 1965.

Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, 2, 57—61, 1974

УДК 553.41.411

Ш. О. АМИРЯН

К МИНЕРАЛОГИИ И ГЕОХИМИИ РУД ЛАЛИГЮХСКОГО ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Лалигюхское золото-сульфидное месторождение находится в Алаверди-Кафанской структурно-металлогенической зоне, выделенной И. Г. Магакьяном и С. С. Мкртчяном [2].

В геологическом строении месторождения участвуют вулканогенные и вулканогенно-осадочные образования (порфириты, их туфы, туфобрекчии, туфопесчаники, известняки, мергели) верхнего мела и эоцена, которые слагают северо-восточное крыло Шамшадинского антиклинория. На участке месторождения отмеченные породы прорываются субвулканическими и покрываются эффузивными дацитами, предположительно, эоценового времени.

Из жильных пород наблюдаются габбро-диабазы, габбро-порфириты, диабазовые порфириты. Последние в виде даек простираются в близширотном или северо-западном направлении, при мощности 1—20 *м* и протяженности 200—250 *м*.

В структурном отношении месторождение приурочено к Шамшадинскому антиклинорию, который разорван крупным сбросовым нарушением СВ простирания. По сбросу карбонатные отложения мела приведены в соприкосновение с юрскими. Амплитуда сброса, по А. Т. Асланяну [1], составляет 800—900 *м*. Вдоль разлома дациты и андезитовые порфириты брекчированы, перетерты, каолинизированы и ожелезнены. Ширина измененной полосы составляет 150—300 *м*, контактовые швы падают по азимуту ЮВ 110—120° под углом 70°.

Рудовмещающими являются трещины оперения разлома с северо-западным простиранием и падением на северо-восток под углом 80—85°. Такие структуры прослеживаются на расстоянии 400 *м*. Мощность жил в раздувах составляет 40—50 *см*, в пережимах — 3—5 *см*.

Характер оруденения. Рудная минерализация на участке месторождения контролируется северо-западными разрывными нарушениями. По минеральному составу руд и приуроченности их к различным структурам, а также структурно-текстурным особенностям различаются кварц-пиритовые, кварц-карбонат-полиметаллические и кварц-карбонатные жилы и прожилки. Нередко перечисленные типы руд проявляются вдоль одних и тех же структур, образуя кокардовые, брекчиевые и другие виды текстур. Обычно кварцеворудные жилы и прожилки находятся в зонах раздробления и гидротермального изменения пород, где они сопровождаются прожилково-вкрапленной минерализацией.

Кварц-пиритовая минерализация представлена маломощными прожилками и вкрапленностью как в зоне сбросового нару-

шения, так и сопряженных с ней структурах северо-западного простирания. В составе пиритовых руд, кроме преобладающего пирита и кварца, установлены халькопирит и еще меньше сфалерит и галенит. Этот тип минерализации слабо золотоносен.

Полиметаллические руды представлены четковидными жилами, прослеживающимися на несколько сот метров по простиранию, и прожилково-вкрапленной минерализацией в зонах брекчирования и смятия пород. В составе полиметаллических руд установлены: кварц, кальцит, пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, золото и гессит.

Для полиметаллических руд характерны текстуры пересечения, цементации, пятнистые, вкрапленные, кокардовые, полосчатые и другие.

Кроме кварц-пиритовых и полиметаллических жил и прожилков, наблюдаются безрудные кварцевые и карбонатные. Из них кварцевые образовались до отложения сульфидной минерализации, а карбонатные — после.

Все перечисленные типы руд являются продуктами последовательного отложения кварцевой, кварц-пиритовой, полиметаллической и карбонатной стадий минерализации.

Геохимические особенности руд. Геохимические особенности руд определяются принадлежностью месторождения к золото-сульфидной формации, где преобладающим минеральным типом являются полиметаллические. Несложность минерального и химического составов руд обусловлена связью оруденения с субвулканическими дацитами и диоритовыми и диабазовыми порфиритами, а, следовательно, непродолжительностью рудного процесса и немногочисленностью стадий минерализации.

Характерными элементами руд являются: Fe, Cu, Zn, Pb, Au, Ag, Cd, Ca, S и Si. Малохарактерны: Bi, Se, Te, In, Sn, Ga, Mn, Ni и Co. Не характерны: Mo, Cr, V, W, Sb, As, Tl, Hg и Ge.

По данным опробования, содержание золота в рудах колеблется от следов до 79,9 *г/т*, а серебра — от следов до 102,1 *г/т*. Среднее содержание золота по отдельным зонам и сечениям составляет от 1,4 до 28 *г/т*, серебра — от 10,12 до 42 *г/т*. Наиболее высокие концентрации золота и серебра связаны с полиметаллическими рудами. В пиритовых рудах установлены низкие содержания золота (1,1—2,1 *г/т*) и серебра (10,8—13,9 *г/т*). Золото-серебряное отношение в пиритовых рудах составляет 1:8, а в полиметаллических — 1:15. В последних концентрация серебра по сравнению с пиритовыми рудами повышается в три раза, а золота—около двух раз.

Золото в рудах представлено в самородном виде. Оно находится как в жильных, так и в рудных минералах. Серебро представлено гесситом и в виде изоморфной примеси в сульфидах и золоте.

Главные рудообразующие элементы (Fe, Zn, Pb, Cu, Ca, Si) представлены собственными минералами, а Ni, Co, Se, Ca, Ge, In, Cd, Sn, Bi и другие — в виде изоморфной примеси в рудных, жильных и породообразующих минералах.

Висмут в количестве 36 *г/т* установлен в полиметаллических рудах, где он в основном связан с галенитом (180 *г/т*), халькопиритом (115 *г/т*) и сфалеритом (100 *г/т*). Минералы висмута не установлены, поэтому наличие его в рудах и минералах приходится объяснять изоморфизмом.

Селен и теллур образуют небольшие концентрации. При этом в полиметаллических рудах больше селена и теллура (7,5 и 30 *г/т* соответственно), чем в пиритовых (Se—следы, Te—10 *г/т*). Повышенные концентрации этих элементов связаны с галенитом (Se—200 *г/т*, Te—59 *г/т*) и сфалеритом (Se—50 *г/т*, Te—55 *г/т*). Пирит и халькопирит характеризуются низкими концентрациями селена и теллура (4—6 *г/т*). Селен образует изоморфную примесь, а теллур вместе с тем и гессит.

Кадмий и индий характерны для полиметаллических (Cd до 1000 *г/т*, In — 12 *г/т*) и отчасти пиритовых (Cd до 300 *г/т*, In — следы) руд. Представлены в виде изоморфной примеси.

Галлий в количестве 3,7—5 *г/т* определен в пиритовых и полиметаллических рудах. Почти такими же содержаниями галлия характеризуются главные сульфиды руд (3,7—8,5 *г/т*). Представлен в виде изоморфной примеси.

Германий и таллий как в рудах, так и в минералах не установлены.

Из описанных элементов определенный интерес представляют золото, серебро, кадмий и отчасти висмут.

Главные элементы руд (Fe, Zn, Pb, Cu, Ca, Si) представлены собственными минералами, которые составляют определенные ассоциации и проявляются в различных сочетаниях и количественных соотношениях. Характерной особенностью руд, по сравнению с другими золоторудными месторождениями, является их бедность никелем, кобальтом, оловом, сурьмой, мышьяком, ртутью, германием, таллием, селеном, теллуром, галлием, молибденом, хромом.

Генетические особенности месторождения. Лалигюхское золото-полиметаллическое месторождение находится в Алаверди-Кафанской зоне, развитие которой завершилось в основном в меловое время. Рудная минерализация в этой зоне связана главным образом с юрским и меловым магматизмом [3]. Но в связи с тектоно-магматической активизацией, имевшими место блоковыми движениями и образованием довольно крупных разломов, внедряются более молодые (третичные) интрузивные и вулканогенные образования, совместно с которыми формируются некоторые золоторудные, реальгар-аурипигментовые, сурьмяно-ртутные проявления и месторождения.

В формировании Лалигюхского месторождения важное место принадлежит крупному Ревазлинскому разлому, на продолжении которого на территории Азерб. ССР находится Даг-Кесаманское золотосульфидное месторождение аналогичного типа.

Вдоль разлома внедрены субвулканические дациты, диоритовые порфириты и другие лампрофировые жильные породы предположитель-

но эоценового возраста, которые в свою очередь брекчированы, гидротермально изменены и оруденелы.

Рудовмещающими являются трещины и зоны северо-западного простирания, сопряженные с Ревазлинским нарушением.

Источником рудной минерализации послужил глубинный магматический очаг, породивший дациты, диоритовые и диабазовые порфириты, выходы которых вытянуты вдоль разлома и сопровождаются рудной минерализацией.

Пересечение кварцевых жил и прожилков пиритовыми, последних—полиметаллическими, а полиметаллических—карбонатными указывает на неоднократность трещинообразования и отложения руд.

Установленные на месторождении ассоциации минералов (гл. образом полиметаллическая с золотом и гесситом) и сопровождающие их изменения (серицитизация, карбонатизация, каолинизация) являются типичными среднетемпературными образованиями. Наличие эффузивных и субвулканических фаций дацитов и приуроченность оруденения к ним показывают на малые глубины рудообразования. Третичная стадия развития Алаверди-Кафанской зоны характеризуется ограниченностью распространения и небольшой мощностью вулканогенно-осадочных пород, поэтому рудные образования, связанные с процессами активизации верхнетретичного времени, являются приповерхностными или малоглубинными.

Возраст рудной минерализации определяется приуроченностью рудных тел к средне-верхнеэоценовым (?) интрузивным и вулканогенным образованиям, прорывающим и несогласно залегающим на породы юры и мела.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 9.VIII.1973.

Շ. Հ. ԱՄԻՐՅԱՆ

ԼԱԼԻԿՅՈՒՂԻ ՈՍԿԻ-ՍՈՒԼՖԻԴԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ՀԱՆՔԱՆՅՈՒԹԵՐԻ ՄԻՆԵՐԱԼԱԳՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԵՈՔԻՄԻԱՅԻ ՀԱՐՑԻ ՇՈՒՐՋԸ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Կատարված հետազոտությունների շնորհիվ պարզվել է, որ լալիկյուղի հանքավայրը պատկանում է ոսկի-սուլֆիդային ֆորմացիոն տիպին։ Այնտեղ հանքայնացման պրոցեսներն ընթացել են քվարցային, քվարց-պիրիտային, բազմամետաղային և կարբոնատային ստադիաներով, որոնցից միայն բազմամետաղայինն է, որ պարունակում է ոսկու արդյունաբերական կուտակումներ։

Հանքանյութերում հիմնական միներալներն են՝ պիրիտը, սֆալերիտը, գալենիտը, խալկոպիրիտը, բնածին ոսկին, քվարցը, կալցիտը, հնարավոր անշան պարունակությամբ։

Հանքանյութերի համար բնորոշ են՝ Fe, Zn, Cu, Pb, Au, Ag, Cd, Ca, S *և* Si. *Խառնուրդներից կարելի է նշել՝* Bi, Se, Te, In, Sn, Ga, Mn, Ni, Co.

Հանքավայրը պատկանում է միջին ջերմաստիճանային, փոքր խորությունների երրորդական հասակի առաջացումներին։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Асланян А. Т.* Региональная геология Армении. Ереван, «Айпетрат», 1958.
2. *Магакьян И. Г., Мкртчян С. С.* Взаимосвязь структуры, магматизма и металлогении на примере Малого Кавказа. Известия АН Арм. ССР, серия геол. и геогр. наук, № 4, 1957.
3. *Магакьян И. Г., Мкртчян С. С.* Генетическая связь оруденения с магматизмом. Записки Арм. отд. ВМО, вып. 1, 1959.

Известия АН Армянской ССР. Науки о Земле, 2, 62—68, 1974

УДК 550.83

Г. М. ГРИГОРЯН, Ю. С. МЕДВЕДЕВ, В. Н. ОРЛОВ

ПРИМЕНЕНИЕ РЕНТГЕНОРАДИОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ПРИ ОПРОБОВАНИИ РУД НА МЕДНО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ АРМЕНИИ

Как известно, при геологической разведке, добыче и переработке полезных ископаемых важная роль отводится изучению вещественного состава горных пород и руд. При этом исследование проводится, как правило, путем отбора большого количества проб с последующим химическим анализом. Подобная методика опробования позволяет получать практически всю информацию о составе и распределении руд. Однако она имеет и существенные недостатки. Главные из них — многостадийность, трудоемкость и, как следствие этого, малая оперативность.

Современная технология и техника ведения геологоразведочных и эксплуатационных работ, а также процесс переработки руд требуют создания новых, эффективных методов опробования, позволяющих осуществлять более оперативный способ определения содержания и контроль за качеством добываемой руды.

По этой причине на месторождениях, разведуемых Производственным геологоразведочным трестом Управления цветной металлургии Совета Министров Армянской ССР, в последнее время больше внимания стали уделять новым методам разведки, среди которых исследовательские и опытно-производственные работы по рентгенорадиометрическому методу (РРМ) опробования руд занимают одно из ведущих мест.

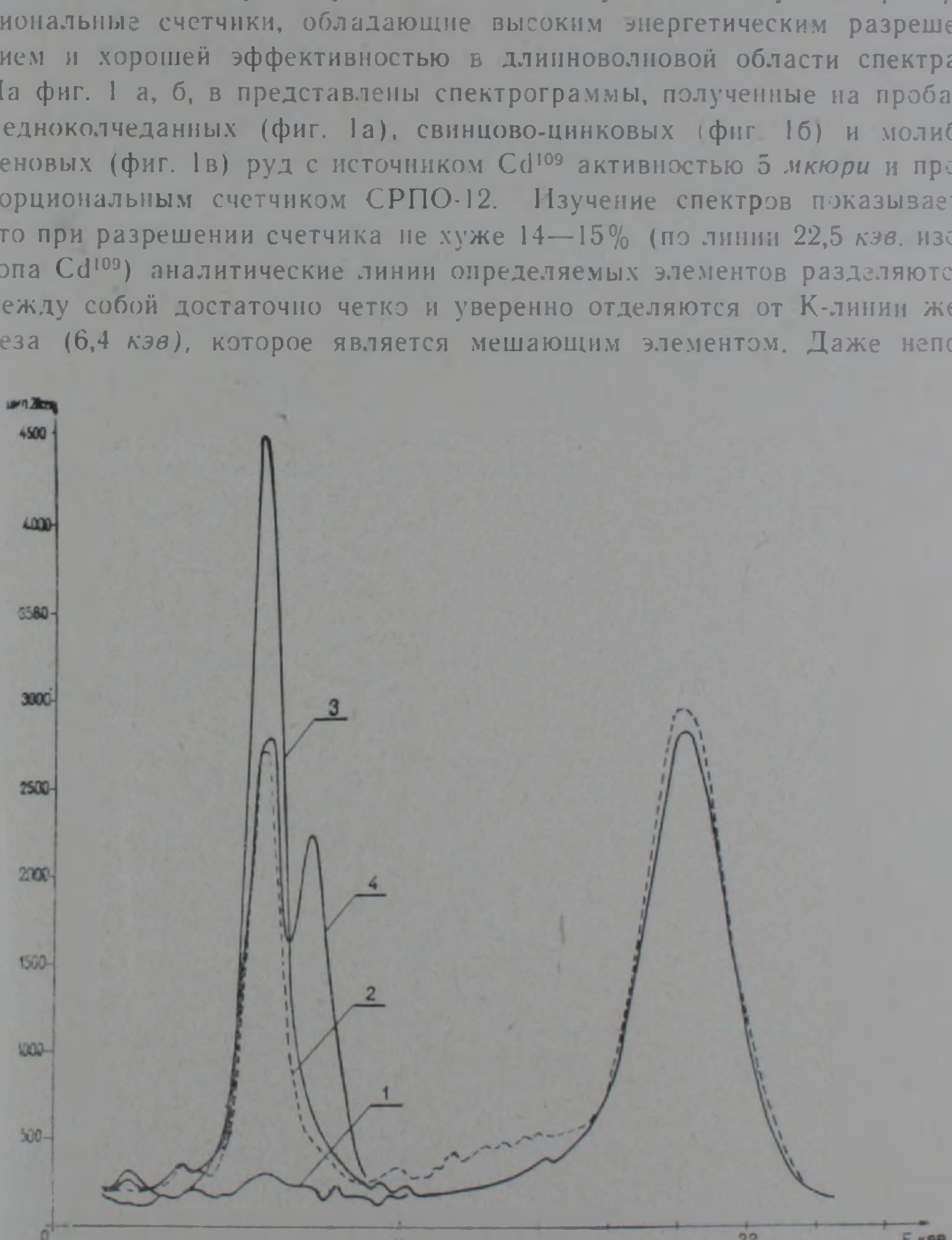
Различные варианты РРМ позволяют исследовать руды и породы как в стационарных (лабораторных), так и в естественных (стенки горных выработок, скважины, керн) условиях [4, 5, 6].

Учитывая эффективность и неоспоримые преимущества РРМ по отношению к другим методам анализа, Геофизической партией ПГРТ с 1970 года начаты опытные исследования, а с 1971 года — производственные внедрения РРМ анализа на сурьму и медь (порошковые пробы). Одновременно, в 1971—1972 гг. Геофизическая партия, совместно с лабораторией ядерно-геофизических методов ВИРГ-а, проводила опытно-методические исследования на месторождениях, разведуемых ПГРТ, с целью применения РРМ в условиях естественного залегания с использованием выпускаемой с 1971 года портативной радиометрической аппаратуры: БРА-6, «Минерал-4», РРША-1, РПС-4-01 «Гагара».

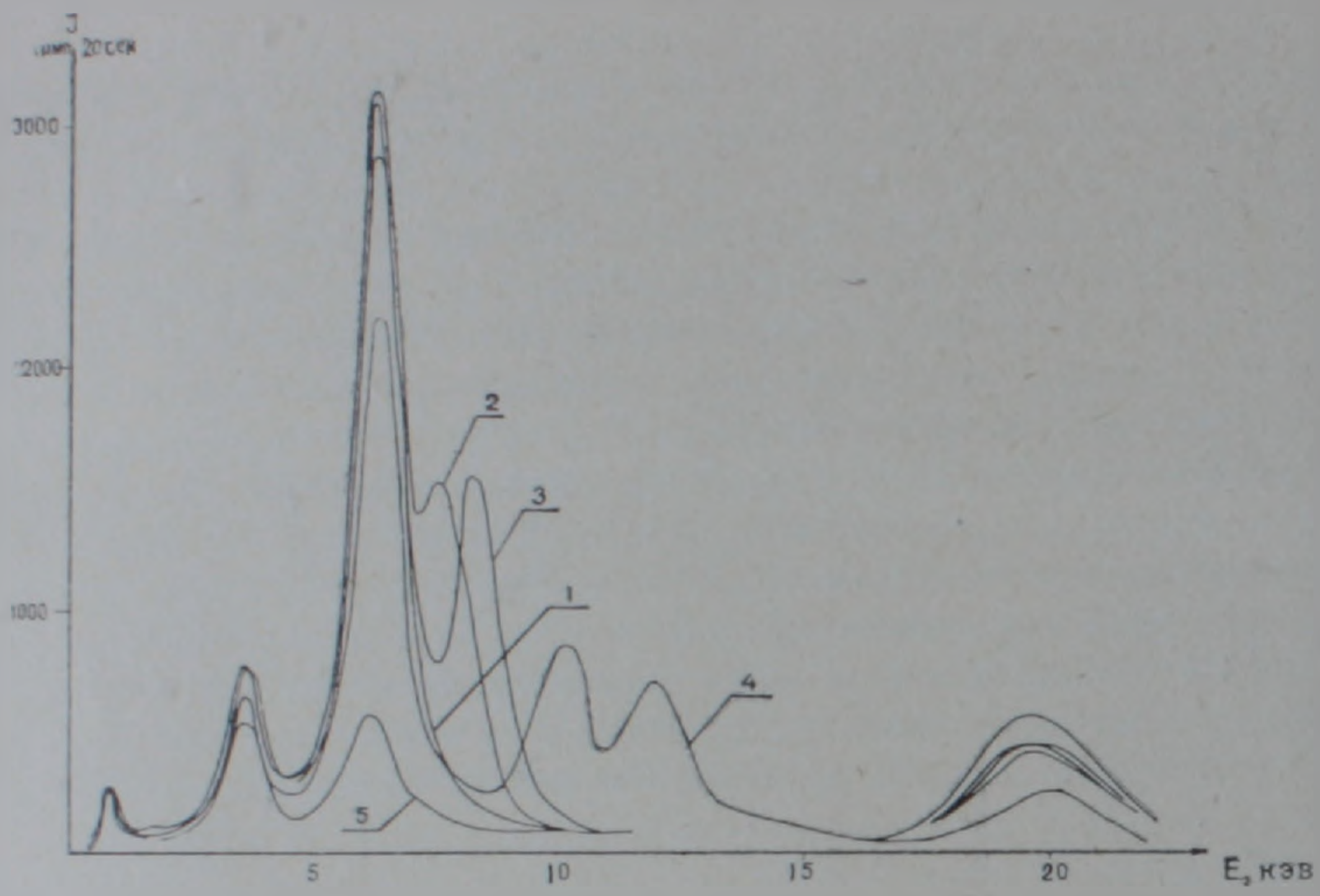
Серийная аппаратура позволила применить метод для опробования скважин, горных выработок [1, 2, 3] и обеспечила возможность его внедрения в практику горных и геологоразведочных предприятий.

Условия применения РРМ, методика и техника его реализации определяются задачами геологического опробования и кругом анализируемых

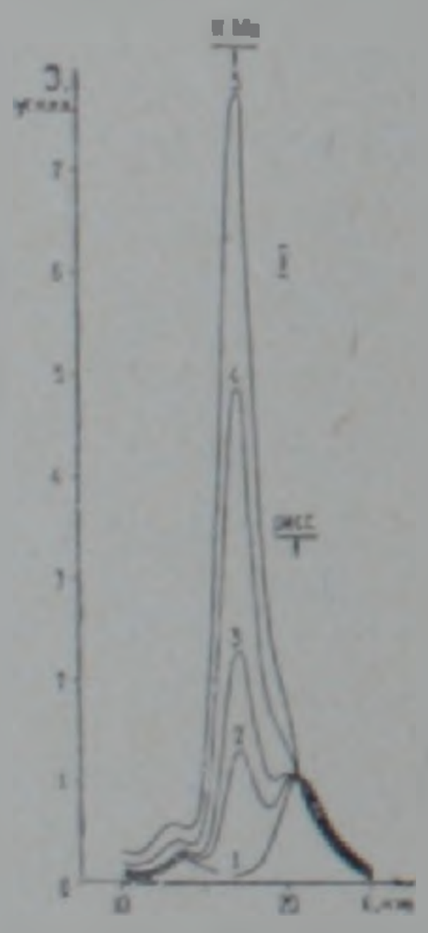
элементов на конкретных месторождениях. На полиметаллических и медноколчеданных месторождениях Армении основная задача состоит в определении содержаний цинка, свинца, меди и молибдена в рудах при опробовании наземных и подземных скважин и горных выработок. Характеристическое рентгеновское излучение этих элементов эффективно возбуждается изотопом Cd^{109} (22,5 *кэв*). При этом анализ цинка, меди и молибдена осуществляется по К-серии, а свинца — по L-серии. В качестве детектора излучений в данном случае используются пропорциональные счетчики, обладающие высоким энергетическим разрешением и хорошей эффективностью в длинноволновой области спектра. На фиг. 1 а, б, в представлены спектрограммы, полученные на пробах медноколчеданных (фиг. 1а), свинцово-цинковых (фиг. 1б) и молибденовых (фиг. 1в) руд с источником Cd^{109} активностью 5 *мкюри* и пропорциональным счетчиком СРПО-12. Изучение спектров показывает, что при разрешении счетчика не хуже 14—15% (по линии 22,5 *кэв.* изотопа Cd^{109}) аналитические линии определяемых элементов разделяются между собой достаточно четко и уверенно отделяются от К-линии железа (6,4 *кэв*), которое является мешающим элементом. Даже непо-



Фиг. 1а. Вторичные рентгеновские спектры на пробах с содержаниями Fe и Cu: а) 1— (0% Fe, 0% Cu стекло). 2 — (Fe = 3%; Cu = 0%). 3 — (Fe = 7%; Cu = 0%). 4 — (Fe = 4%; Cu = 1%).



Фиг. 1б. Вторичные рентгеновские спектры на пробах с содержаниями Cu, Zn, Pb: 1 — 0; 0; 0%. 2 — 1; 0; 0%. 3 — 0; 1; 0%. 4 — 0; 0; 2%. 5 — 0; 0; 3%.



Фиг. 1в.

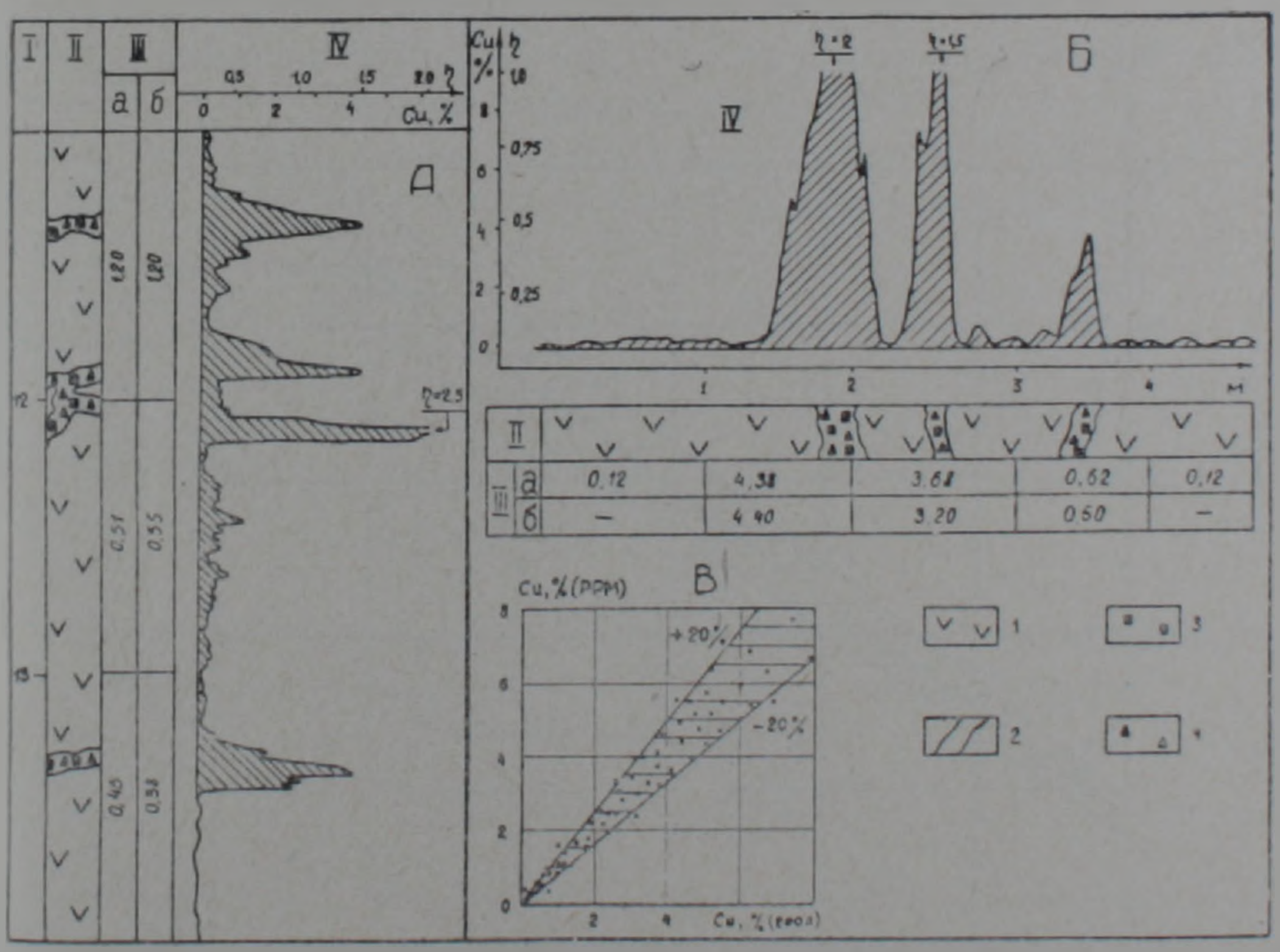
Фиг. 1в. Вторичные рентгеновские спектры на пробах с содержаниями Mo: 1 — 0%. 2—0,5%. 3 — 1,0%. 4 — 2%. 5 — 5%.

средственное измерение интенсивности характеристического излучения меди (7,5—8,5 *кэв*), цинка (8—9 *кэв*), свинца (11—13 *кэв*) и молибдена (17—18 *кэв*) дает возможность определять содержания этих элементов с относительной точностью до 20%, при небольших вариациях состава вмещающих пород. Во многих случаях такая погрешность определений, если только она не является систематической, достаточна для экспресс-анализа руд.

Для учета изменений вещественного состава вмещающих пород при измерениях в качестве стандарта-фона используется рассеянное гамма-излучение источника. Аналитический график для определения содержаний того или иного элемента представляет собой зависимость отношения интенсивности **аналитической линии** этого элемента к интенсивности рассеянного гамма-излучения, выбранного в качестве внутреннего стандарта-фона. При надлежащем выборе стандарта-фона график этой зависимости близок к линейному, что существенно упрощает обработку и интерпретацию материалов измерений. Кроме того, в этом случае уровень помех снижается за счет устранения влияния на получаемые результаты таких факторов, как неровности поверхностей горных выработок, каверн в скважинах и т. д.

Опытно-методическими работами по РРМ опробованию горных выработок и скважин определялись следующие элементы: медь — в рудах Кафанского месторождения; молибден — в медно-молибденовых рудах Каджаранского месторождения.

При каротаже скважин использовался макет скважинного снаряда диаметром 38 *мм* с пропорциональным ксеноновым счетчиком СРПО-16. Источник излучения — Cd^{109} активностью 5 *мкюри*. Часть корпуса снаряда в месте расположения зондового устройства с источником и детектором выполнена из бериллия толщиной 0,5 *мм* с целью обеспечения



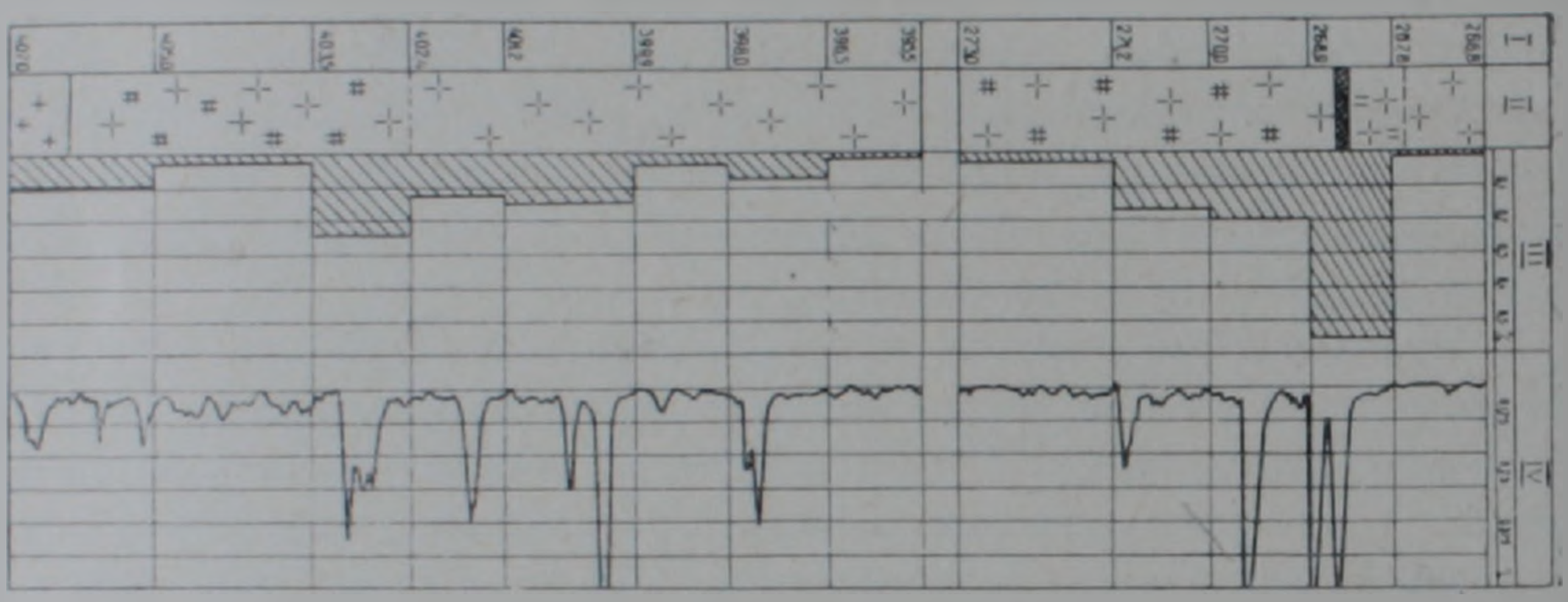
II					
III	а	0.12	4.38	3.68	0.62	0.12
	б	—	4.40	3.20	0.60	—

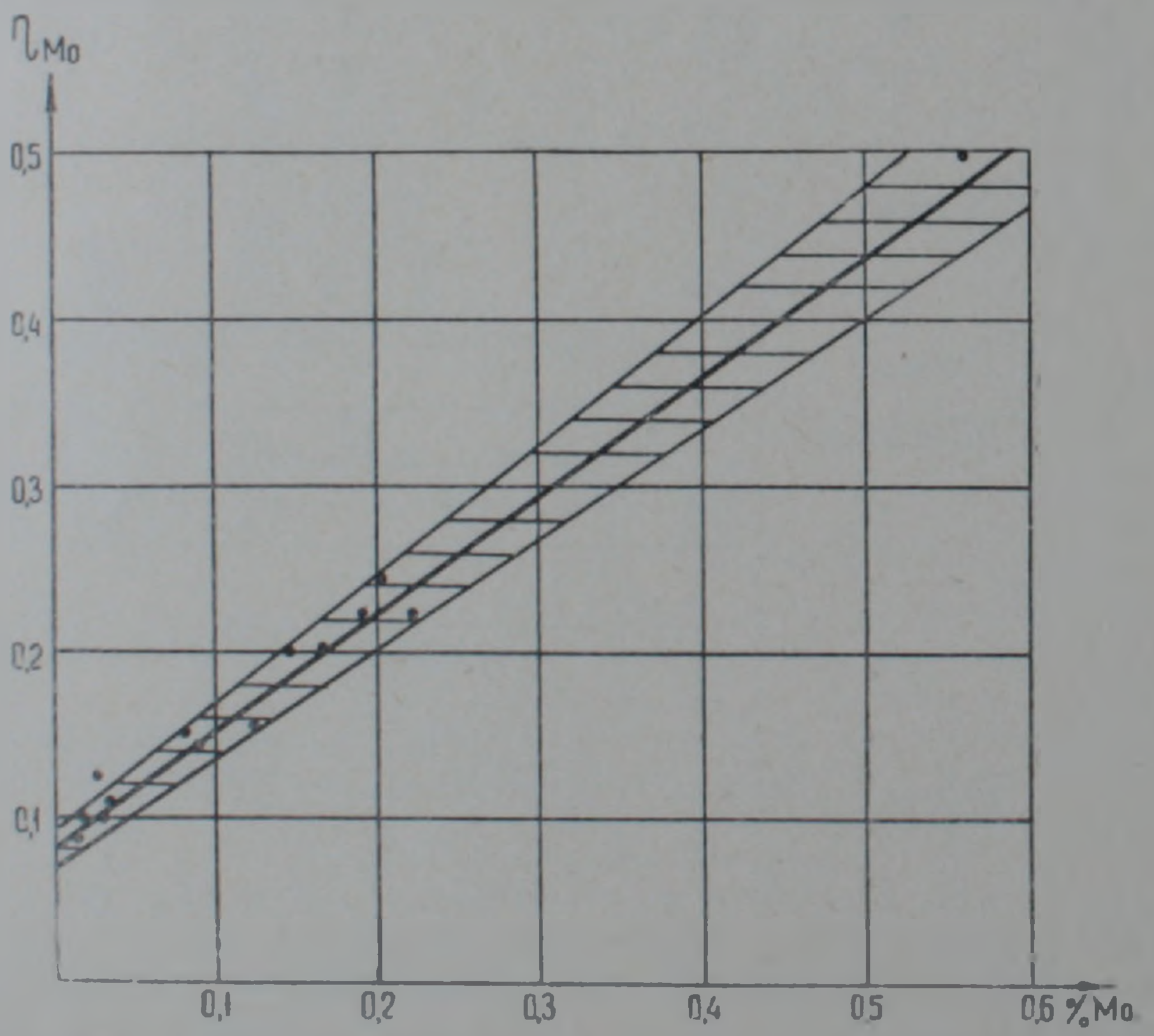
Фиг. 2. Диаграммы каротажа (А) и бороздового опробования (Б) и корреляция данных РРМ и геологического опробования (В).

I—глубина (*м*). II—геологический разрез. III—содержание меди в %. а) Хим. анализ, б) РРМ. 1—порфириты. 2—рудные зоны. 3—пирит. 4—халькопирит.

эффективной регистрации мягкого рентгеновского излучения детектором. Снаряд снабжен прижимной рессорой, обеспечивающей плотный контакт зондового устройства со стенкой скважины. Все измерения проведены аппаратурой РРША-1.

Регистрация каротажных диаграмм полуавтоматическая, непрерывная с помощью самописца Н-361 или точечная с шагом наблюдений 5—10 *см*. На фиг. 2 приведены каротажные диаграммы и данные бороздового опробования на медь и сопоставление результатов рентгено-радиометрического каротажа с данными геологического опробования. Нетрудно видеть, что сходимость обоих методов находится в пределах





Фиг. 3а, б. Диаграммы спектрального отношения по керну. I—глубина (*м*). II—геологический разрез. III—данные хим. анализа Mo%. IV—диаграммы спектрального отношения. б) Зависимость величины спектрального отношения от химического анализа керновых проб.

15—25%, а порог чувствительности равен 0,1—0,3%. Фиг. 3(а) иллюстрирует возможности PPM при определении молибдена в керне скважин. Достигнутый здесь порог чувствительности составляет 0,03%, что достаточно для выделения бортовых содержаний, а относительная погрешность количественных определений равна 15—20%.

Опробование горных выработок проводилось по следам борозд. На Кафанском медорудном месторождении измерения проведены аппаратурой «Минерал-4» и БРА-6. Регистрация диаграмм—непрерывная на самописце Н-361 или точечная с шагом наблюдений 5 *см*. Для возбуждения характеристического излучения элементов применялись источники Cd^{109} (22,5 *кэв*). В датчиках использовались ксеноновые пропорциональные счетчики Си-6Р и СРПО-12 и инверсионные зонды. Результаты опробования горных выработок приведены на фиг. 3(б). Сопоставление данных показывает, что по представительности и точности рентгено-радиометрический метод опробования не уступает бороздовому. Порог чувствительности оценивается в 0,1—0,2%, что вполне достаточно для выделения контуров промышленных руд.

Таким образом, результаты опытно-методических работ по применению рентгено-радиометрического метода для опробования руд в условиях естественного залегания на медно-молибденовых и полиметаллических месторождениях Армении показывает, что эта задача может быть успешно решена. Положительный опыт первых исследований позволяет надеяться, что в недалеком будущем рентгено-радиометрический метод заменит трудоемкие, неоперативные и дорогостоящие методы геологического опробования и займет достойное место в комплексе геологических работ на горнодобывающих предприятиях Армении.

Производственный
геологоразведочный трест
Управления цветной металлургии
СМ Армянской ССР,
Лаборатория
ядерно-геофизических методов ВНИГ-а

Поступила 11.V.1973.

Հ. Մ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Յու. Ս. ՄՆԱՑԱԿԱՆՈՎ, Վ. Ն. ՕՐԼՈՎ

ՌԵՆՏԳԵՆՈ-ՌԱԴԻՈՄԵՏՐԻԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՊՂԻՆՁ-ԲԱԶՄԱՄԵՏԱՂԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՀԱՆՔԱՆՅՈՒԹԵՐԻ ՆՄՈՒՇԱՐԿՄԱՆ ԳՈՐԾՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

1971—1972 թթ. Արտադրական երկրաբանա-հետախուզական տրեստի կողմից, Հետախուզական երկրաֆիզիկայի համամիութենական ինստիտուտի (ВНИГ) միջուկային երկրաֆիզիկայի լաբորատորիայի հետ համագործակցված, Հայաստանի պղինձ-բազմամետաղային հանքավայրերում կատարված են հանքանյութերի նմուշարկման ռենտգենա-ռադիոմետրիական փորձնական մեթոդական ուսումնասիրություններ։

Այդ ուսումնասիրությունները տվել են դրական արդյունքներ, որոնցից հետևում է, որ մոտ ապագայում երկրաբանական նմուշարկման դանդաղն. թաց, թանկ և շատ աշխատատար մեթոդը կարող է փոխարինվել արագ, հարմար և ջահավեթ ռենտգենա-ռադիոմետրիական մեթոդով։ Այն իր արժանի տեղը կգրավի Հայաստանի լեռնահանութային ձեռնարկությունների երկրաբանական աշխատանքների համակարգում։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Леман Е. П., Болотова Н. Г., Митов В. Н.* К теории и методике рентгено-радиометрического анализа способом спектральных отношений. Радиометрия и ядерная геофизика. «Недра», 1972.
2. *Мейер В. А., Нахабцев В. С., Кудрявцев Ю. И.* Учет влияния вещественного состава исследуемой среды в рентгено-радиометрическом каротаже по спектральным отношениям во вмещающих породах. Вестник ЛГУ, сер. геол. и геогр., т. 12, вып. 2. 1967.
3. *Мейер В. А. и др.* Способ спектральных отношений в рентгено-радиометрическом методе изучения элементного состава руд в естественных условиях. Вопросы рудной геофизики, вып. 6. 1965.
4. *Очкур А. П., Комиссаржевская Г. Ф.* О применении ядерных методов в рудной геологии. Ядерная геофизика в рудной геологии. Изд-во ЛГУ, 1965.
5. *Поройко И. В.* Радиометрия. Гостехиздат, М., 1950.
6. *Якубович А. Л., Зеллеский В. Ю.* Рентгено-радиометрический метод и аппаратура для ускоренного анализа химического состава веществ. В кн.: «Радиоактивные изотопы и ядерные излучения в народном хозяйстве СССР», т. 4, Гостоптехиздат, М. 1961.

Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, 2, 69—78, 1974

УДК 551.589

Ш. А. МУСАЕЛЯН, Е. М. ПЕКЕЛИС

О КИНЕМАТИКЕ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА НАД СЕВАНО-ГЕГАМСКОЙ СИСТЕМОЙ ОРОГРАФИЧЕСКИХ И ТЕРМИЧЕСКИХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ

Проблема обтекания воздушным потоком такого высокогорного озера как Севан является весьма актуальной и вместе с тем очень трудной. Ее актуальность настолько очевидна и общеизвестна, что навряд ли стоит о ней подробно говорить в небольшой статье. Что же касается трудностей, с ней связанных, то их несколько. Во-первых, сама проблема является, строго говоря, сугубо нелинейной. Во-вторых, нет достаточно подробных данных наблюдений как над самим Севаном, так и над его окрестностью. Эти данные необходимы не только для решения рассматриваемой проблемы, но и для проверки полученных результатов. Существует и ряд других трудностей. Даже если ценой значительных упрощений ограничиться рассмотрением линейной задачи, как это будет сделано ниже, некоторые из этих трудностей остаются в силе.

Задача обтекания горных препятствий в различных ее вариантах рассматривалась многими авторами [5]. Что же касается проблемы обтекания комбинированных систем орографических и термических неоднородностей подобно Севано-Гегамской, то, насколько известно авторам, она не рассматривалась в научной литературе. Вместе с тем над подобными районами на процессы образования облачности и выпадания осадков в очень сильной степени влияют эффекты как орографических, так и термических неоднородностей. Неучет одного из этих факторов может привести к результатам, сколь угодно далеким от действительности. Одно из достоинств ниже излагаемой расчетной схемы заключается в том, что в рамках линейной теории удается исследовать влияние Севано-Гегамской системы орографических и термических неоднородностей на воздушные течения. При этом результаты численных экспериментов вкладываются в рамки современных представлений, физически легко обозримы и, по крайней мере качественно, описывают реальную картину явлений.

1. Схема расчета вертикальных скоростей, порождаемых орографией и температурными неоднородностями рельефа

Известно, что основную роль в образовании мезомасштабных атмосферных волн играют орографические и температурные неоднородности. В настоящей работе делается попытка оценить важность этих факторов относительно друг друга и формы их возможного взаимодействия на основе фактического материала. При расчетах использовалась

модель [6]. Опишем кратко ее физическую и математическую стороны. Считая атмосферу невязким, идеальным газом, рассмотрим в ней горизонтальный «основной поток» постоянного направления, совпадающего с направлением оси OX. Пусть, далее, этот поток характеризуется заданными распределениями скорости $\bar{u}(z)$ и температуры $\bar{T}(z)$. Распределения давления $\bar{p}(z)$ и плотности $\bar{\rho}(z)$ могут быть найдены по $\bar{T}(z)$, из соотношений $\bar{p}' = -\bar{\rho}g$ (квазистатичность) и $\bar{p} = R\bar{\rho}\bar{T}$, где R—газовая постоянная, а «штрих» означает дифференцирование по вертикальной координате z. Через Y обозначим поперечную горизонтальную координату. Составляющие скорости по осям OY и OZ будем обозначать через v и w соответственно. В основном потоке, по предположению, $\bar{v} = \bar{w} = 0$. Пусть такой поток набегает на изолированное препятствие, и по истечении достаточного срока, в атмосфере устанавливается стационарная ситуация. Предположим, что возмущения основного потока достаточно малы, чтобы произведениями их и их производных можно было пренебречь, а процесс можно было считать адиабатическим. Наконец, если принять во внимание, что для обычных атмосферных условий $\frac{\bar{u}^2}{\bar{c}^2} \ll 1$, где $\bar{c}^2$ есть квадрат скорости звука в основном потоке, а $\varkappa$—отношение теплоемкостей, то с помощью линеаризированной системы уравнений гидротермодинамики можно получить следующее уравнение для функции w:

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2}\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2}\right) - S\frac{\partial^3 w}{\partial x^2 \partial z} + \left[\frac{\sigma g}{\bar{u}^2} - \frac{\bar{u}''}{\bar{u}} + \frac{\bar{u}'}{\bar{u}}\left(S^2 - \frac{g}{\bar{c}^2}\right) - \frac{\gamma g}{\bar{T}\,\bar{c}^2}\right]\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\sigma g}{\bar{u}^2}\cdot\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = 0, \qquad (1)$$

где g — ускорение силы тяжести,

$$S = -\frac{\bar{\rho}'}{\bar{\rho}} = \frac{g/R - \gamma}{\bar{T}}; \quad \sigma = S - \frac{g}{\bar{c}^2} = \frac{\gamma_a - \gamma}{\bar{T}}; \quad \gamma_a = \frac{\varkappa - 1}{\varkappa}\cdot\frac{g}{R};$$

$$\gamma = -\bar{T}'.$$

Уравнение (1) — очевидное обобщение на случай переменного по высоте основного потока известного уравнения для вертикальной скорости при обтекании изолированного препятствия [4]. Коэффициенты (1) определяются по заданным $\bar{u}(z)$ и $\bar{T}(z)$. Поскольку уравнение (1) — второго порядка по вертикальной координате z, оно требует задания двух краевых условий по z. В качестве одного из них примем условие жесткой, горизонтальной стенки на некоторой, достаточно большой, высоте z_N ($z_N \sim 8$ км):

$$w(x, y, z_N) = 0.$$

Вторым условием должно быть условие на поверхности Земли. Его будем получать двояко: исходя либо из заданной формы рельефа, либо

из заданной температуры земной поверхности. Если задана форма рельефа $\zeta=\zeta(x, y)$ ($\zeta=0$ вне некоторого ограниченного участка в окрестности начала координат), условие для w получаем как линеаризированное условие равенства нулю нормальной к Земле составляющей скорости:

$$w(x, y, 0) = \bar{u}(0) \cdot \frac{\partial \zeta}{\partial x}.$$

Если же задана температура рельефа $T=T_0(x, y)$, воспользуемся линеаризированной формой условия адиабатичности, записанного в терминах p и $\bar{T}$ и подвергнутого упрощениям теории конвекции:

$$\frac{\bar{u}}{} \frac{\partial T}{\partial x} = -(\gamma_a - \gamma) \cdot w. \qquad (2)$$

Если предположить, что w, T, их производные и ζ—малые величины, то из (2), с точностью до величин второго порядка малости, следует:

$$w(x, y, 0) = -\frac{1}{\gamma_a - \gamma(0)} \cdot \frac{\partial T_0}{\partial x} \cdot \bar{u}(0).$$

По координате y примем условия:

$$w(x, -L, z) = w(x, L, z) = 0,$$

где L превосходит наибольшее (по модулю) значение y, при котором нас интересует решение, на 20—30 *км*, а что касается условий по x, то задача требует их существенно различными в случаях $\sigma>0$ и $\sigma<0$. Ограничиваясь случаем устойчиво стратифицированного основного потока ($\sigma>0$), положим:

$$w(x_0, y, z) = \frac{\partial w(x_0, y, z)}{\partial x} = \frac{\partial^2 w(x_0, y, z)}{\partial x^2} = w(x_u, y, z) = 0,$$

где x_0 и x_u удалены от участка, на котором $\zeta=0$ вверх и вниз по потоку соответственно.

Перейдем в уравнении (1) и в краевых условиях к безразмерным величинам, приняв за единицу длины некоторую характерную величину H, за единицу скорости $\bar{u}(0)$ и введя безразмерные коэффициенты:

$$SH = K;\ \sigma H \cdot \frac{gH}{\bar{u}^2} = D^2;$$

$$D^2 - \frac{\bar{u}' \cdot H^2}{\bar{u}} + \frac{\bar{u}' H}{\bar{u}} \left(\sigma H - \frac{gH}{\bar{c}^2}\right) - \frac{\gamma H}{\bar{T}} \cdot \frac{gH}{\bar{c}^2} = Q.$$

Тогда для функции $\bar{w}(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}) = w(H\bar{x}, H\bar{y}, H\bar{z})/\bar{u}(0)$ получим соответствующую безразмерную задачу, решение которой ищется в виде:

$$\bar{w} = \sum_{k=1}^{\infty} \alpha_k(x, z) \sin \frac{\Pi k}{L} y + \sum_{k=0}^{\infty} \beta_k(x, z) \cos \frac{\Pi\left(k+\frac{1}{2}\right)}{L} y. \qquad (3)$$

Каждая из искомых функций $a_k(x, z)$ и $\beta(x, z)$ определяется из дифференциального уравнения в частных производных четвертого порядка. После того как сформулированы граничные условия для этих функций, задача решается численно.

Количество членов ряда (3), которыми мы ограничивались в практических расчетах, зависело от величины L и минимальной длины интересующих нас волн. Как правило, оно составляло от одного до трех безразмерных L.

2. Результаты численных экспериментов

По изложенной в предыдущем разделе схеме были проведены численные эксперименты применительно к квази-стационарным атмосферным процессам, а, следовательно, и к климатическим условиям различных месяцев года. В область, для которой авторы первоначально хотели провести эксперименты, входит полностью оз. Севан и Гегамский хребет. Однако, это желание осуществить было невозможно из-за ограниченных возможностей электронной вычислительной машины М-20, на которой решалась задача. В связи с этим была исключена из рассмотрения часть оз. Севан, расположенная севернее широты станции Шоржа. Для интегрирования уравнений задачи в этой области была использована сетка 10×10 с шагом $h = 5$ км.

Для проведения экспериментов, необходимо иметь определенную исходную информацию о состоянии атмосферы над рассматриваемой областью. Но так как в данной статье нас интересует, прежде всего, климатический аспект проблемы (именно поэтому в предыдущем разделе и рассмотрена стационарная задача), то и исходная информация должна носить климатический характер. Климатический аспект проблемы важен в том отношении, что можно исследовать характерное состояние атмосферы над интересуемой нас областью для различных месяцев года. Необходимая климатическая информация нами была заимствована из различных климатических атласов. Следует отметить, что, строго говоря, вся требуемая метеорологическая информация в настоящее время не имеется. Поэтому вместо некоторых данных наблюдений, которые необходимы для проведения расчетов, были использованы, конечно, с натяжкой, другие имеющиеся. Так, сведения о приземной температуре для рассматриваемой области были заменены соответствующими данными для уровня будки, заимствованными из атласа [1]. Значения скорости и направления ветра на уровне моря взяты по справочнику [7]. Направление и скорость ветра, а также температура для изобарических поверхностей 850, 700, 500, 300, 200 были взяты по данным радиозондирования для гор. Еревана [2].

Таким образом, численные эксперименты были проведены не с помощью требуемых в действительности данных наблюдений, а с помощью лишь весьма приближенно соответствующих им других данных. При проведении исследований, аналогичных данному, особое значение

придается результатам, полученным для апреля и октября месяцев. Эти месяцы являются средними для весны и осени и называются переходными. Как увидим ниже, термодинамические условия в атмосфере над районами оз. Севан в эти месяцы резко отличаются друг от друга.

По данным наблюдений для пяти прибрежных станций оз. Севан (Шоржа, Камо, Севан-Остров, Мартуни и Мазра), опубликованных в работе [7], были составлены средние значения общего количества облачности в баллах для всех месяцев года (табл. 1).

Таблица 1

Осредненная по пяти прибрежным станциям оз. Севан климатическая облачность

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Общая облачность в баллах	5,8	6,9	6,9	7,3	6,3	5,6	4,8	4,3	4,1	4,2	5,5	6,0

Легко видеть, что облачность весьма равномерно распределена по площади с некоторой тенденцией уменьшения балльности к юго-востоку. Среднее квадратичное отклонение для каждого из упомянутых двух месяцев не превосходит 0,16 балла. Таким образом, осредненные по всей рассматриваемой площади значения общего количества облачности для всех двенадцати месяцев можно считать характерными для всего оз. Севан. Из этой таблицы видно, что над оз. Севан наибольшее количество облачности наблюдается весной, в частности в апреле, а наименьшее—осенью, в частности в сентябре и октябре. Этот факт интересен с научной точки зрения и с точки зрения прикладной. В частности, его можно использовать при проведении работ по воздействию на облака и осадки в бассейне оз. Севан. Авторам неизвестны результаты аналогичного анализа материалов наблюдений для других горных систем. Что касается волновых облаков, то известно, что, например, для Скандинавских гор максимальное число дней с такими облаками приходится на март и апрель месяцы [5, 8]. Но в этом случае существует второй максимум, который приходится на сентябрь и октябрь месяцы и минимум в июне и июле. То-есть между результатами, полученными в [8] для волновых облаков, и результатами, представленными в таблице 1, имеется некоторая аналогия лишь для весенних месяцев. В остальном эти результаты резко отличаются друг от друга. Напомним еще раз, что в работе [8] речь идет лишь о волновых облаках, в то время как данные таблицы 1 характеризуют годовой ход общей облачности.

Если в качестве климатической характеристики облачности взять не общую облачность в баллах, а другую характеристику, например, повторяемость различных форм облаков, вывод о годовом ходе облачности над Севаном остается неизменным. В качестве иллюстрации в таблице 2 приведена повторяемость для станций Севан-Остров и Мазра (первая из этих станций расположена на крайнем северо-западе озера, а другая — на его крайнем юго-восточном берегу) [7].

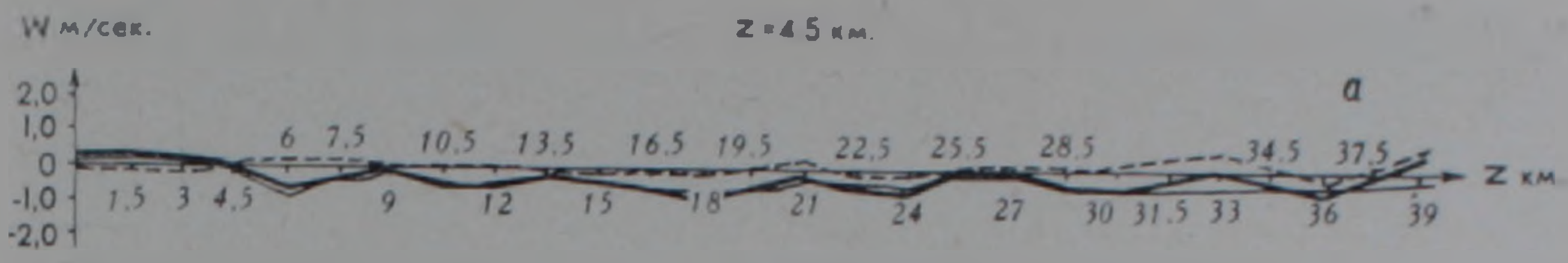
Таблица 2

№ п.п.	Наименование станции	Месяц											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	Севан—Остров	203	192	222	240	243	236	209	199	194	196	197	216
2	Мазра	178	173	201	216	223	196	179	180	164	173	185	179

Эта таблица показывает, что действительно наибольшая повторяемость облачности различных форм приходится на апрель и май месяцы, а наименьшая повторяемость — на сентябрь и октябрь.

Как показал анализ результатов численных экспериментов, такой характер годового хода общей облачности над оз. Севан можно качественно объяснить теми вертикальными скоростями, которые генерируются орографическими и термическими неоднородностями Севано-Гегамской системы. Эти вертикальные скорости были вычислены для трех уровней атмосферы 1,5 *км*, 3 *км*, 4,5 *км* и они колеблются от 0,4 до 1,6 *м/сек*. Распределение вертикальных скоростей носит явно волновой характер, причем восходящие движения значительно превосходят нисходящие.

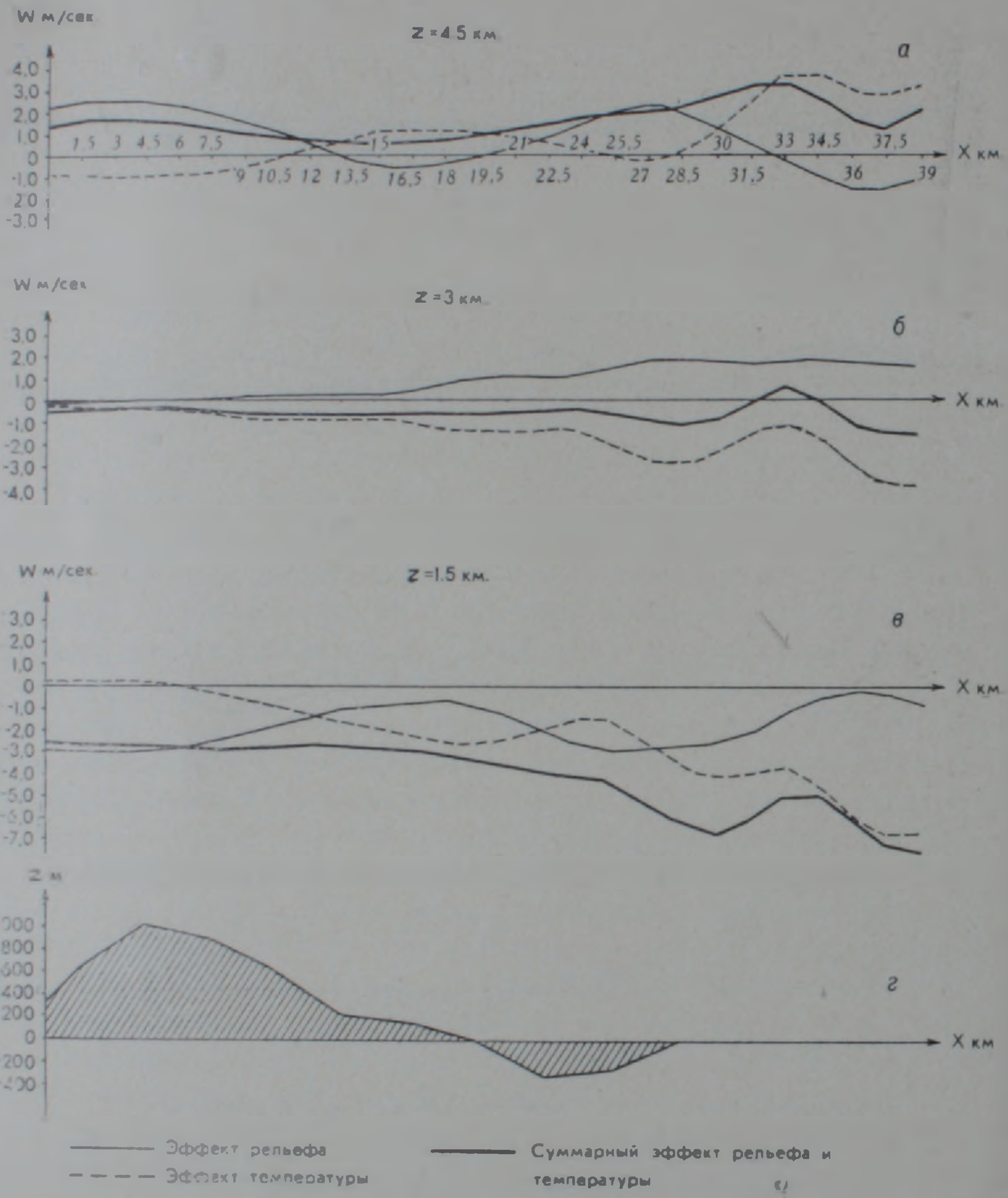
Примерно то же самое можно сказать о поле вертикальных скоростей, порождаемых температурными неоднородностями рельефа также применительно к условиям апреля. Здесь также распределение вертикальных скоростей носит волновой характер, на верхних двух уровнях положительные значения превалируют над отрицательными, но по величине они в несколько раз меньше соответствующих орографических вертикальных скоростей. Это наглядно видно на фиг. 1, где приведен вертикальный разрез вдоль одной из строк сетки. На этом рисунке внизу приведен профиль рельефа местности, высоты даны в метрах относительно уровня Севана. На высотах 1,5 *км* и 4,5 *км* вертикальные скорости, порождаемые орографией и температурными неоднородностями, почти всюду отрицательные, а на высоте 4,5 *км* к тому же еще малы. Следовательно, основным динамическим облакообразующим фактором здесь являются вертикальные скорости для высоты 3 *км*. Таким образом, для апреля месяца и для упомянутого уровня атмосферные условия таковы, что в процессах образования вертикальных скоростей орографический и термический эффекты взаимно почти не ослабляют друг друга, и положительные вертикальные скорости значительно превосходят отрицательные. Этот вывод, полученный в результате численных экспериментов, находится в соответствии с представленным в таблицах 1 и 2 материалом наблюдений и объясняет причину преобладания облачной погоды над Севаном в апреле. Рассмотрим теперь характер вертикальных скоростей, вычисленных применительно к условиям октября. На фиг. 2 приведен соответствующий вертикальный разрез. Как видно из этой фигуры, на всех уровнях вертикальные скорости приближенно противоположны по фазе и в значительной степени взаимно ослабляют



Фиг. 1 Распределение вертикальных скоростей, порождаемых орографическими и температурными неоднородностями (апрель.)

друг друга, а на нижнем и среднем уровнях суммарная вертикальная скорость почти всюду отрицательна. Таким образом, в октябре месяце атмосферные условия над бассейном оз. Севан таковы, что орографический и термический эффекты взаимно ослабляют друг друга, а на нижних двух уровнях вертикальные скорости почти всюду отрицательные. Этот вывод объясняет причину того, что в октябре месяце над оз. Севан преобладает малооблачная погода.

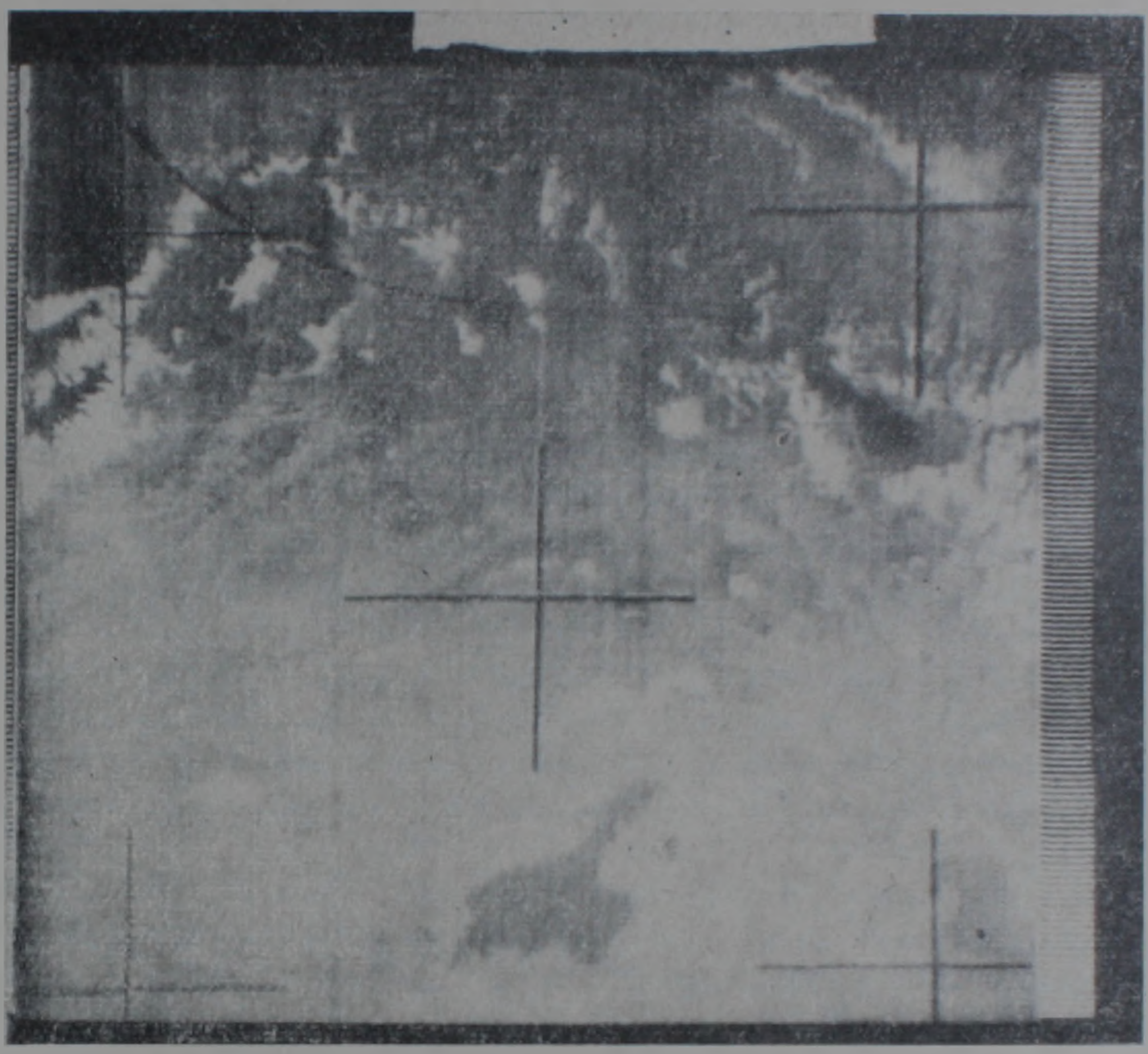
В качестве конкретного примера рассмотрим фотографию облачности, приведенную на фиг. 3. Эта фотография получена с помощью телевизионной аппаратуры советского метеорологического спутника «Метеор»-8 21 октября 1971 г. 12 час. 11 мин. московского времени (виток 2771). Благодаря высокой разрешающей способности аппаратуры,



Фиг. 2. Распределение вертикальных скоростей, порождаемых орографическими и температурными неоднородностями (октябрь).

покров получился до мельчайших подробностей. Совершенно отчетливо изображено оз. Севан с четко очерченными берегами. Вокруг озера почти сплошная облачность, а над самим Севаном совершенно ясное небо. То есть распределение облачности над озером Севан и над окружающими его районами находится в соответствии с результатами расчета, приведенными выше.

Хотя в данной статье не ставилась цель дать полную интерпретацию фотографии, представленной на фиг. 3, хочется обратить внимание читателя также на оз. Ван. Мы никаких расчетов не проводили для областей, включающих озеро Ван, но его географическое положение весь-



Фиг. 3 Фотография облачности, полученная со спутника «Метеор—8», за 12 часов 11 минут 21 октября 1971 (виток 2771).

ма сходно с географическим положением Севана, поэтому можно предположить, что картина воздушных потоков над обоими озерами аналогична с точки зрения качественной. Во всяком случае, как видно на упомянутой фотографии, облачный покров над оз. Ван и над прилегающими районами в общих чертах качественно похож на облачный покров Севана и его окрестностей. Над оз. Ван также совершенно ясное небо, а над окружающими его районами наблюдаются облака кучевых форм.

Таким образом тот факт, что над оз. Севан весной, в среднем, бывает больше облачности, чем осенью, объясняется совместным влиянием орографии и температурных неоднородностей рельефа на кинематику воздушного потока.

В заключение отметим, что даже с помощью рассмотренной значительно упрощенной модели обтекания Севано-Гегамской системы орографических и термических неоднородностей удается получить физически обозримые качественные результаты. Это позволяет надеяться, что при рассмотрении более строгой, как с математической, так и с физической точек зрения, задачи можно будет получить более близкие к данным наблюдений количественные результаты. В свою очередь, такая

задача может явиться первым шагом на пути решения проблемы математического моделирования процесса образования облачности и выпадания осадков в бассейне оз. Севан.

Гидрометцентр СССР

Поступила 2.X.1973.

Շ. Ա. ՄՈՒՍԱՅԵԼՅԱՆ, Ե. Մ. ՊԵԿԵԼԻՍ

ՍԵՎԱՆԱ-ԳԵՂԱՄԱ ՕՐՈԳՐԱՖԻԿ ԵՎ ՋԵՐՄԱՅԻՆ ԱՆՀԱՄԱՍԵՌՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՕԴԱՅԻՆ ՀՈՍԱՆՔԻ ԿԻՆԵՄԱՏԻԿԱՅԻ ՄԱՍԻՆ

Ամփոփում

Հոդվածում քննարկվում է Սևանա լճի՝ որպես օրոգրաֆիկ և ջերմային անհամասեռությունների համալիր սիստեմի, օդային հոսանքի կողմից շրջահոսման խնդիրը։

Մանրամասն շարադրված է հեղինակների կողմից մշակված ուղղաձիգ արագությունների հաշվարկման սխեման, որոնք պայմանավորված են օրոգրաֆիայով և ռելյեֆի ջերմային անհամասեռություններով. բերված են թվային փորձարկումների արդյունքներն ըստ տարվա տարբեր ամիսների կլիմայական պայմանների։

Հետազոտությունների արդյունքները կարող են կիրառվել Սևանա լճի ավազանում ամպագոյացման և տեղումների երևույթների մաթեմատիկական մոդելացման խնդրի լուծման մեջ։

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас Армянской Советской Социалистической Республики, Ереван—Москва, 1961.
2. Аэроклиматический атлас характеристик ветра Северного полушария. Под ред. И. Г. Гутермана, НИИАК, М., 1963
3. Аэроклиматический атлас Северного полушария. Гидрометиздат, т. 2, 1963.
4. *Кибель И. А.* Пространственная задача обтекания неровностей поверхности Земли воздушным потоком. ДАН СССР. т. 100, № 2, 1955.
5. *Мусаелян Ш. А.* Волны препятствий в атмосфере. Гидрометиздат, 1962.
6. *Пекелис Е. М.* Конечно-разностное решение линейной задачи об обтекании изолированного препятствия потоком постоянного направления в устойчиво стратифицированной атмосфере. Метеорология и гидрология, № 1, 1971.
7. Справочник по климату СССР, вып. 16. Армянская ССР, часть V, «Облачность и атмосферные явления», Л., 1969
8. *Larsson L.* Observations of Lee—Wave Clouds in the Jamtland Mountain Sweden Tellus, vol. 6, № 2, 1954.

Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, 2, 79—84, 1971

УДК 912.43.502

Д. А. ПОГОСЯН

О СОСТАВЛЕНИИ КОМПЛЕКСНОЙ МОРФОМЕТРИЧЕСКОЙ КАРТЫ РЕЛЬЕФА АРМЯНСКОЙ ССР

Рельеф земной поверхности играет исключительную роль в хозяйственной деятельности человека. Его роль и значение особенно возрастают в горных странах, которые отличаются интенсивной горизонтальной и вертикальной расчлененностью, крутыми уклонами поверхности, различными экспозициями склонов, вследствие чего затрудняются строительные и агротехнические работы и резко увеличивается объем капиталовложений.

Для горных территорий, в частности, для Армянской ССР в настоящее время необходимо составление специальных карт с отражением качественной оценки рельефа с целью организации производства любого необходимого назначения. В деле исследования и оценки территории, а также ее хозяйственного использования, особое место занимают морфометрические карты (уклонов поверхности, горизонтальной и вертикальной расчлененности), которые определяют количественную характеристику рельефа. Для горных территорий особенно большое прикладное значение имеют сводные морфометрические карты, где одновременно показаны все комплексы количественных показателей рельефа (уклоны, изрезанность, экспозиция). Нами составлена крупномасштабная морфометрическая комплексная карта территории Армянской ССР (фиг. 1), где показаны самые разнообразные сочетания конкретных и обобщенных показателей аналитических и синтетических характеристик, отражающие некоторые показатели взаимосвязанных явлений. На оригинале комплексной морфометрической карты показаны и сельскохозяйственные угодья. Одновременно эта карта является оценочной, где объектом оценки являются морфометрические показатели, субъектом оценки—сельскохозяйственные угодья. Критерием оценки является соотношение объекта и субъекта, которое и отражает меру пригодности уклонов поверхности, изрезанности и экспозиции склонов для сельского хозяйства.

При составлении карты уклонов поверхности на территории Армянской ССР мы пользовались значением тангенса угла наклона [1].

$$i = \operatorname{tg}\alpha \frac{h}{l},$$

где α — угол наклона в градусах; h — высота сечения рельефа, выраженная горизонталями; l — расстояние между горизонталями

Эту же задачу облегчила шкала заложения, помещенная на всех картах.

Фиг. 1. Фрагмент комплексной морфометрической карты территории Армянской ССР.

Уклоны поверхности в градусах: 1) до —3, 2) 3—7, 3) 7—12, 4) 12—20, 5) 20—30, 6) 30 и более.

Степень горизонтальной расчлененности (км/км²): 7) нерасчлененные территории 8), до 0,2 слабо расчлененные территории

9) 0,2—0,4
10) 0,4—0,6 } среднерасчлененные территории

11) 0,6—0,8
12) 0,8—1,0
13) 1,0—1,2 } сильнорасчлененные территории

14) 1,2—1,4
15) 1,4—1,6
16) 1,6 и выше } весьма сильнорасчлененные территории

Глубина расчленения в метрах: 17) нерасчлененные территории, 18) до 50, 19) 50—100, 20) 100—200, 21) 200—300, 22) 300—400, 23) 400 и выше, 24) обрывы и скалы.

Для решения сельскохозяйственных задач, а именно—оценки с/х угодий, работ с/х машин, выделения эрозионно-опасных склонов, расчетов расхода горючего, определения норм выработки сельскохозяйственных механизмов и т. д., нами составлена специальная шкала или легенда. Выделены следующие градации величин уклонов: менее 3°; 3—7°; 7—12°; 12—20°; 20—30°; более 30°.

Этим методом составлена карта уклонов поверхности территории Армянской ССР, которая является основой для определения расчлененности территории. Все расчеты горизонтальной и вертикальной расчлененности проведены в пределах границ, установленных нами для уклонов поверхности. В контурах карт уклонов поверхности отдельными римскими и арабскими цифрами одновременно показаны горизонтальная и вертикальная расчлененности территории.

Для оценки местности при сельскохозяйственном и техническом проектировании, обычно необходимы подробные сведения, характеризующие фактическую глубину местных базисов денудации (амплитуда высот двух соседних точек перегиба рельефа). Из общепринятых методов (метод квадратов или элементарных бассейнов) вычисления этого показателя нами выбран метод определения уклонов поверхности в контурах.

Глубина базиса эрозии определялась картометрическим путем по формуле:

$$h = H_{\text{макс.}} - H_{\text{мин.}},$$

где h — превышение или максимальная глубина базиса эрозии в пределах каждого уклона поверхности; $H_{\text{макс.}}$ — максимальная абсолютная высота; $H_{\text{мин.}}$ — минимальная абсолютная высота в пределах уклонов поверхности.

Для карты принята следующая шкала глубин: нерасчлененные территории менее 50 *м*; 50—100 *м*; 100—200 *м*; 200—300 *м*; 300—400 *м*; выше 400 *м*. На комплексной морфометрической карте этот показатель представлен арабскими цифрами.

Количественные характеристики горизонтального расчленения рельефа в сопоставлении с значениями вертикального расчленения рельефа, тем более если они представлены на одной карте, позволяют объективно оценить степень проходимости местности и использовать карты для решения различных практических задач: проектирования строительства дорог, трубопроводов и оросительных систем, планирования для использования сельскохозяйственной техники и т. д. Длина гидрографической, овражно-балочной сети на 1 *кв. км* определяется по элементарным речным бассейнам, по природным районам или по равноплощадным квадратам. Этот показатель представлен нами на карте на площади уклонов поверхности в виде длины гидро-овражно-балочной сети и определен по формуле:

$$l = \frac{L}{p},$$

где *l* — длина гидрографо-овражно-балочной сети в среднем на 1 *кв. км* в пределах каждой площади уклонов поверхности; L — общая длина гидро-овражно-балочной сети в *км* в пределах той же площади; *p* — площадь уклонов поверхности, в пределах которой измеряется длина гидролого-овражно-балочной сети.

Полученные этим методом коэффициенты дали возможность подробно районировать территорию Армянской ССР по степени горизон-

тального расчленения рельефа. По степени горизонтального расчленения на территории Армянской ССР можно выделить контуры типов местности с помощью пятибальной шкалы и порядковых римских цифр. На карте выделены нерасчлененные территории, слабо расчлененные, среднерасчлененные, сильно расчлененные, очень сильно расчлененные территории со своими коэффициентами.

Комплексное картографирование морфометрических показателей рельефа имеет большое хозяйственное значение. Все без исключения отрасли народного хозяйства в большей или меньшей мере «чувствительны» к условиям рельефа территории, к уклонам, экспозициям и расчленениям ее поверхности. На морфометрические особенности территории особенно сильно «реагирует» сельское хозяйство, что выражается в размещении угодий, географии и урожайности сельскохозяйственных культур, в работе сельскохозяйственных машин, мелиорации, сельскохозяйственном водопользовании и т. д.

Большое значение имеет комплексное морфометрическое картографирование для качественной оценки сельскохозяйственных земель, а также для районирования и планирования противоэрозионных мероприятий, эродированности территории. Составлены комплексная морфометрическая карта и соответственные почвенные и карты сельхозугодий, сравнительный анализ которых позволил оценить их с точки зрения морфометрических особенностей территории. В Армянской ССР, учитывая морфометрические характеристики, на карте — оригинале выделены и оценены следующие почвенные группы, различные по плодородию и условиям организации сельскохозяйственных работ.

I. Лучшие земли встречаются на Араратской равнине и на вулканических плато и нагорных равнинах (Ширакском, Лорийском, Ераблурском и т. д.), а также в бассейне оз. Севан на уклонах до 3°. Эти земли занимают 18,4% всей поверхности республики. Это черно-бурые, культурно-поливные, каштановые и черноземные почвы. Они располагают более благоприятными условиями для сельскохозяйственного использования. Применение механизированной обработки сельскохозяйственных полей в этих условиях не вызывает эрозии, так как смыв и размыв поверхности практически здесь отсутствуют.

По морфометрическим показателям эти территории имеют равнинный, малорасчлененный или слабоволнистый рельеф, достаточно мощный почвенный горизонт, глинистый или суглинистый механический состав.

При использовании таких почв предварительных мероприятий для улучшения их не требуется. Производительность сельскохозяйственных механизмов при таких уклонах практически не снижается.

II. Земли хорошего качества распространены в основном на предгорных и горных плато, в центральной части республики и в бассейне р. Воротан; на слабо расчлененных территориях (до 0,2 *км/км²*) с уклонами 3—7°, составляющих 24,3% территории Армянской ССР. Главным образом это слабо эродированные среднемощные черноземы и каштa-

новые почвы. В сельскохозяйственном отношении они хорошо используются, но начиная с уклонов 5° наблюдается смытость почв, затрудняются условия организации полива, применения сельскохозяйственных машин и т. д.

В районах, подверженных эрозии, на таких склонах вводятся специальные противоэрозионные мероприятия, поскольку смыв и размыв, особенно на склонах южной экспозиции, могут достичь значительных размеров.

Вследствие заметной крутизны склонов производительность сельскохозяйственных машин может снижаться до 15%, а затраты горючего увеличиваются до 10%.

III. Земли пониженного качества занимают территории на Айоцдзорском, Гегамском, Варденисском хребтах, а также северо-восточные предгорные и среднегорные местности Армянской ССР. Основными типами почв являются послелесные коричневые и лугово-степные маломощные среднеэродированные.

Занимаемые ими территории большей частью имеют уклоны от 7 до 12° (около 15,9% территории республики), горизонтальное расчленение составляет 0,2—0,6 *км/км²*, а глубинное—до 100 *м*.

При освоении этих земель необходимо применить специальные, в том числе мелиоративные мероприятия по борьбе с эрозией. На территории Армянской ССР начиная с 12° склоны не подлежат распашке как эрозионно-опасные. Там, где распашка возможна, применяют специальные сельскохозяйственные машины.

IV. Земли, трудные для интенсивного сельскохозяйственного использования, распространены главным образом в южном Зангезуре и в северо-восточных лесных районах Армянской ССР. Почвы сильно эродированные, коричневые, непригодные для пахоты. Они занимают территории с уклонами 12—20° (22,7% всей поверхности республики), горизонтальная расчлененность составляет 0,8—1,2 *км/км²*, глубинная—100—200 *м*. Для освоения земель данной группы необходима коренная мелиорация. На территории Армянской ССР такие уклоны поверхности могут быть использованы с проведением террасирования склонов.

V. Земли, весьма трудные для сельскохозяйственного использования, занимают высокогорные части Зангезурского, Баргушатского, Мургузского и др. хребтов, а также бассейнов рек Вохчи, Воротан, Дебед, Дзорагет, Раздан и др.

Уклоны достигают 20—30° (14,0% территории республики), горизонтальное расчленение составляет 1,2—1,6 *км/км²* и выше, глубинное—до 200—400 и более метров. Почвы весьма сильно эродированы, иногда лишены почвенного покрова и сильно каменистые. Частичное использование возможно при искусственном террасировании склонов и очистки от камней. Такие склоны обычно используются для выпаса скота.

VI. Земли, непригодные для сельскохозяйственного использования. Уклоны достигают 30° и более (4,7% территории республики).

Для горных территорий классификация и группировка земель по

комплексным морфометрическим картам рельефа имеет большое практическое значение. Эти картографические и картометрические исследования могут быть использованы для составления земельного кадастра и экономической оценки земель.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 7.III.1973

Դ. Ա. ՊՈՂՈՍՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ՌԵԼԻԵՖԻ ԿՈՄՊԼԵՔՍԱՅԻՆ ՄՈՐՖՈՄԵՏՐԻԿ ՔԱՐՏԵԶԻ ԿԱԶՄՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Լեռնային տերիտորիաների ուսումնասիրման և գնահատման, ինչպես նաև նրանց տնտեսական օգտագործման համար, հատուկ նշանակություն ունեն կոմպլեքսային մորֆոմետրիական քարտեզները, որոնցում պատկերված են մակերևույթի թեքությունները, լանջերի դիրքագրությունները, հորիզոնական և ուղղաձիգ մասնատվածությունը, իրենց համապատասխան ցուցանիշներով։ Մեր կողմից կազմված Հայկական ՍՍՀ մորֆոմետրիկ քարտեզը կոմպլեքսային է, որտեղ պատկերված են ինչպես ռելիեֆի քանակական ցուցանիշները (թեքություններ, դիրքագրություններ, կտրտվածություն), այնպես էլ գյուղատնտեսական հողահանդակները (վարելահողեր, բազմամյա տնկարկներ, խոտհարքներ), որոնց համատեղ պատկերումը քարտեզին տալիս է գնահատող նշանակություն։

Մակերևույթի թեքությունների քարտեզի կազման ժամանակ օգտագործել ենք տեղագրական քարտեզները և նրանց կից ներկայացված թեքությունների մեծությունները արտահայտող սանդղակը։ Ընդունված է թեքությունների հետևյալ աստիճանավորումը՝ մինչև 3, 3—7, 7—12, 12—20, 20—30, 30° և ավելի։ Մակերևույթի թեքությունների քարտեզը հիմք է հանդիսացել ռելիեֆի հորիզոնական և ուղղաձիգ մասնատվածության ցուցանիշները ստանալու համար, բոլոր հաշվարկները կատարվել են ընդունված մակերևույթի թեքությունների ուրվագծերի սահմաններում։

Կոմպլեքսային մորֆոմետրիական քարտեզի վրա հոռմեական թվանշանները ցույց են տալիս հորիզոնական մասնատվածության, իսկ արաբականը՝ ուղղաձիգ մասնատվածության գործակիցները։ Այդ մեթոդով կազմված քարտեզը մեծ նշանակություն ունի հողային ռեսուրսների որակական գնահատման, ինչպես նաև հողերի էրոզիայի շրջանացման ու հակաէրոզիոն միջոցառումների պլանավորման համար։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Николаевская Е. М.* Морфометрические карты рельефа. Изд-во МГУ, вып. 4, 1966

Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, 2, 85—92, 1971

УДК 551.4

Ф. С. ГЕВОРКЯН

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМА СНОСА С ПОВЕРХНОСТИ СУШИ

Определение объема разрушенных материалов, сносимых реками или другими путями из областей поднятий, имеет очень важное значение для выявления соотношений поднятия и разрушения, вычисления денудационного слоя, запасов россыпных и других месторождений.

Общее количество сноса можно вычислить гидрологическим методом: определением расхода твердого стока картометрическим методом; разбивкой отрицательных эрозионных форм на множественные геометрические тела (многогранники, призмы, конусы, усеченные конусы, сегменты и т. д.) и исчислением их объема. Способы исчисления этих объемов приведены в книге И. М. Волкова [2]. Но указанные методы не дают истинного представления об общем объеме сносимых материалов в определенных геологических периодах.

Величина расхода твердого стока зависит от физико-географических и геологических условий данного бассейна, а эти условия в различных геологических периодах неодинаковы, так что распространение современных данных о расходе твердого стока на разные геологические периоды ошибочно. Во втором случае мы не имеем истинного представления о начальном высотном положении первичного уровня, где началось образование эрозионных форм. Из этого следует, что для определения объема сноса, прежде всего необходимо восстановить и картировать верхний и нижний предел воздействия денудации и эрозии данного бассейна или участка и установить их возраст. Предлагаемый нами метод базируется именно на этой основе.

Рельеф горных стран включает в себя как остатки предшествующего (древнего) рельефа в виде фрагментов поверхностей выравнивания, эрозионных террас и др., так и общие черты и характер развития последующего рельефа, который в будущем должен смениться современным рельефом. Эти общие черты последующего рельефа отражаются в форме деформации продольных профилей тальвегов рек. Из этого следует, что в горных странах мы имеем дело с тремя основными геоморфологическими уровнями, соответствующими верхнему и нижнему уровням воздействия эрозии и поверхности топографического (физического) рельефа.

«Поверхность выравнивания» является универсальным термином, который объединяет совершенно различные по типу и генезису уровни, развитые в горных странах. Не углубляясь в данном вопросе, для наших построений эти древние поверхности применяются как верхний пре-

дел одного или нескольких циклов эрозии и названы первичными поверхностями.

«Базисный уровень»—это поверхность, отражающая характер продольных профилей тальвегов рек, т. е. самый низкий предел воздействия эрозии в данном бассейне, или иначе — базисный уровень отражает такую идеальную поверхность, которая получилась бы, если денудация и эрозия уничтожили и снивелировали все положительные формы рельефа до уровня тальвегов рек. Различают абсолютные и местные базисы эрозии. Для рек Армянской ССР абсолютным базисом эрозии является уровень Каспийского моря (—28 *м*), а местным базисом эрозии — высота устьев главной реки данного бассейна.

Для изучения возраста и характера развития речных систем важным критерием является определение порядка долин. В последнее время более строгое и четкое правило определения порядка долин было разработано В. П. Философовым [9], который в отличие от нумерации Р. Хортона [10] и Б. П. Панова [6], отсчет порядка долин производит сверху вниз.

Сейчас попытаемся выяснить имеется ли какая-либо связь между порядком долины и циклами эрозии и выравнивания. Как известно, в орогенных зонах существуют многочисленные циклы активизации эрозии, которые сменяются этапами тектонического покоя или замедленного поднятия, приводящих к сглаживанию и выравниванию рельефа. Каждый этап тектонического поднятия образует определенное количество потенциальной энергии, которая в дальнейшем расходуется для углубления существующих долин и образования новых. Боковые, неразветвленные долины, приуроченные к равнинам водораздельных пространств, в период тектонического покоя, в последующем цикле эрозии начинают разветвляться и превращаются в долины 2-го порядка и т. д. Из этого следует, что каждое увеличение порядка долин соответствует, по-видимому, одному эрозионному циклу. Основой для такого суждения послужил анализ овражно-долинной сети, сформировавшейся в разновозрастных лавовых потоках и покровах восточной части Армянского вулканического нагорья. Здесь К. Н. Паффенгольц [7] выделяет пять типов четвертичных лав — А, В, С, Д, Е. Для их возрастного расчленения, принята «альпийская» схема. Каждый цикл излияния приурочен к межледниковой эпохе и фазам активизации эрозионной деятельности. По мнению С. П. Бальяна [1], недостаток этой схемы заключается в необоснованном выделении в ряде случаев древнечетвертичных лав, а также в разделении их на типы А и В, в частности, это относится к долеритовым лавовым покровам. С. П. Бальян [1] выделяет четыре комплекса лавовых покровов: 1) средне (?) — верхнеплиоценовые покровные лавы, 2) нижнечетвертичные лавовые покровы, 3) среднечетвертичные лавы, 4) верхнечетвертичные голоценовые лавы. Изучение овражно-долинной сети, образовавшейся в этих разновозрастных лавах, выявило интересные закономерности. В самых молодых лавовых потоках величина долин не превышает 1-й порядок и в отдельных

участках долины совершенно отсутствует. В среднечетвертичных лавах долины, в основном, 1-го и 2-го порядка, в нижнечетвертичных лавах— до 3-го порядка, а в плиоценовых лавовых покровах порядок долин может иногда доходить до 4-го. Долины приобретают порядок выше 4-го в тех участках своих бассейнов, которые находятся в складчато-глыбовых горах, сложенных более древними породами.

Перейдем к складчато-глыбовому типу рельефа. Одним из таких участков является бассейн р. Гетик (правый приток р. Агстев), где применен данный метод и количественно детально нами изучен [2]. Бассейн охватывает южные склоны Миапорского и северные склоны Арегунийского хребта, а верхнюю часть бассейна занимает Красносельская котловина. Площадь бассейна 588 *кв. км*, амплитуда высот колеблется от 898 *м* (устья р. Гетик) до 2993 *м* (г. Мургуз). Долина р. Гетик в нижней части течения приобретает 5-й порядок, т. е. образование долины происходило до среднеплиоценового времени.

Здесь выделяются шесть денудационных уровней, на высоте 2650—2700, 2450—2500, 2250—2300, 2000—2150, 1700—1950 и 1550 *м*. Сопоставляя эти данные с данными Н. В. Думитрашко [3], Е. И. Нефедьевой [5], Н. М. Казаковой и Н. В. Думитрашко [4], можно установить, что возраст денудационного уровня, лежащего на высоте 2650—2700 *м*, верхнемиоценовый (сармат), на высоте 2450—2500 *м* — нижний или средний плиоцен, 2250—2300 *м* — верхний плиоцен (акчагил), 2000—2150 *м*— верхний плиоцен—нижний плейстоцен (апшерон-баку). Поверхность на высоте 1700—1950 *м* совпадает с дном Красносельской котловины, когда-то, по-видимому, в среднечетвертичное время, занятой водным бассейном.

Уровень, расположенный на высоте 1550 *м*, в нижнем бассейне является эрозионной террасой, врезание которой происходило с осушением верхнегетикского озера. Итак, на примере бассейна р. Гетик можно установить следующее. Базисная поверхность, построенная с учетом долин всех порядков, отражает самый низкий предел воздействия последнего эрозионного цикла. Базисные поверхности, построенные с учетом долин 2-го и высшего порядка, отражают низкий предел воздействия предпоследнего цикла эрозии, а с учетом долин только самого высокого порядка (в данном случае 5-го) отражают низкий предел воздействия всех циклов эрозии, начиная с периода заложения данной речной системы. Первичные поверхности, построенные с учетом только самого верхнего уровня выравнивания, отражают рельеф, существовавший до заложения речной системы, а с учетом самых низких уровней выравнивания—отражают рельеф, существовавший до начала последнего цикла эрозии.

Первым этапом работы при определении объема сноса является восстановление и картирование базисных и первичных поверхностей. Методика построения этих карт и нескольких других разработана В. П. Философовым [9], сущность которой заключается в графическом раз-

ложении на составные части рельефа, изображенного на топографической карте.

Карту базисных поверхностей можно построить с учетом долин 1-го порядка и выше, или с учетом высших порядков. Для одного и того же бассейна, в зависимости от цели работы, можно составить столько базисных поверхностей, сколько имеется порядков долин.

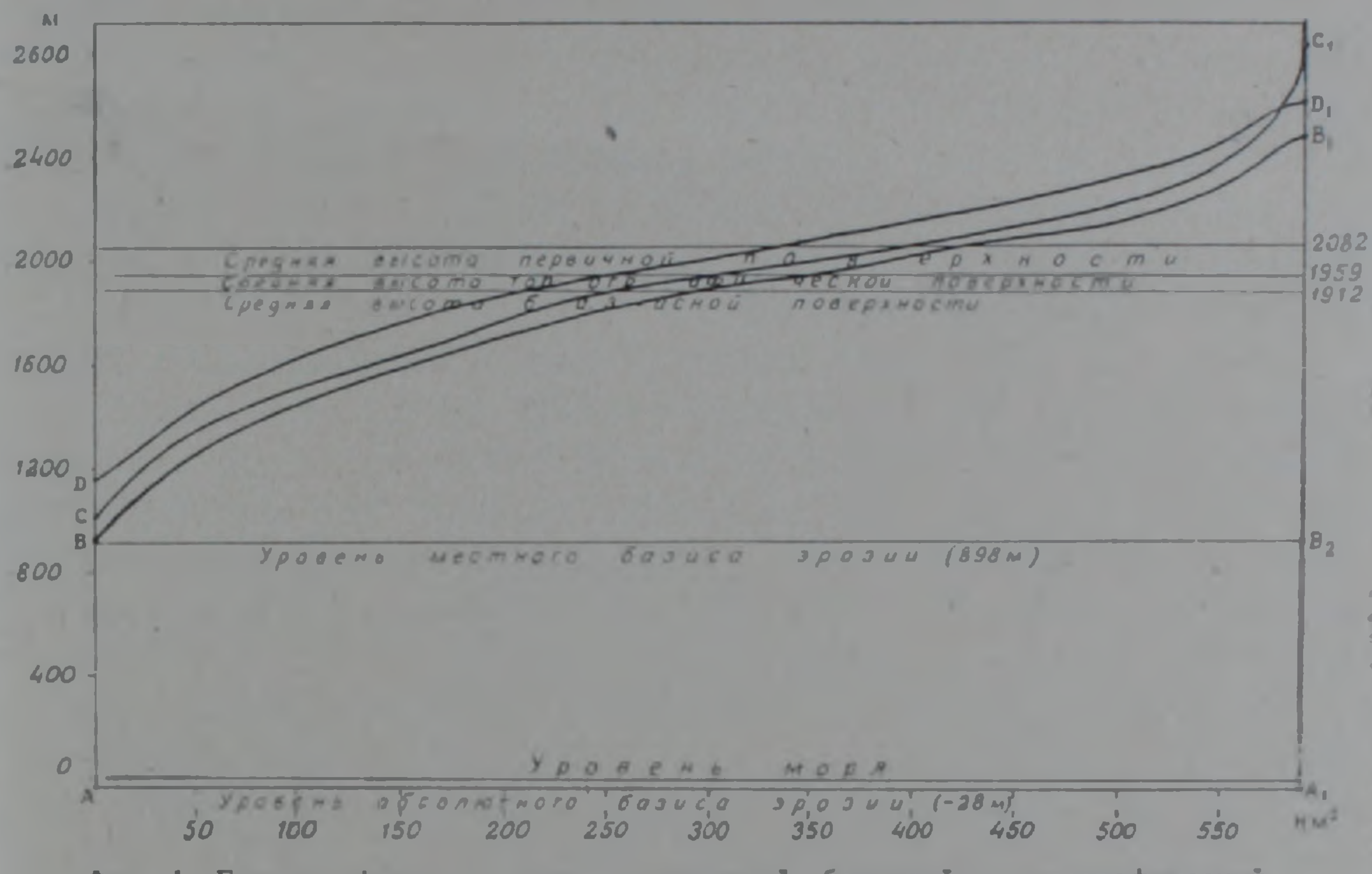
Карта первичного рельефа (верхний базис и денудации — по В. П. Философову [9]), составляется следующим образом: на топокарте вычерчивают водораздельные линии между всеми долинами. Затем определяется порядок водораздельных линий подобно тому, как это делается для долины. Нам кажется, что расчленение отрогов хребтов по порядкам, как это принято для долин, неправильно и лишено генетической основы, т. к. в отрогах хребтов любого порядка можно встретить поверхности выравнивания самых разных возрастов или те же денудационные поверхности могут расчленяться реками на отроги с разными величинами порядков. При построении карт первичной поверхности нами внесены следующие коррективы: вместо того, чтобы расчленить отроги порядков, в топографических картах разными цветами выделили контуры разновозрастных поверхностей выравнивания. Последние встречаются в водоразделах и на склонах хребтов и хорошо выделяются на крупномасштабных картах своими ровными или слабо пологими поверхностями. Если имеются литературные данные о возрасте поверхностей выравнивания, то дело облегчается, в противном случае необходимо установить их возраст самостоятельно, существующими для этого методами [8, 11]. В этом случае первичные поверхности, проведенные через те отрезки водораздельной линии, которые расположены в данном контуре поверхностей выравнивания и выше, отражают первичный рельеф, существовавший в том геологическом периоде, который соответствует возрасту данного уровня поверхности выравнивания.

Можно составить столько карт первичного рельефа, сколько имеется уровней поверхностей выравнивания.

После картирования этих поверхностей, для определения объемов, необходимо еще вычислить среднюю высоту этих поверхностей. Существует ряд методов вычисления средних высот поверхностей рельефа [2]. Одним из них является гипсографическая кривая. Для построения такой кривой по оси абсцисс откладывают площади слоев, а по оси ординат — высоты изогипс, которые служат границами высотных ступеней. Вместо площадей можно откладывать процентное отношение этих площадей. При исчислении средней высоты следует измерить в квадратных сантиметрах площадь, ограниченную гипсографической кривой и осями координат, и эту площадь разделить на длину основания кривой, выраженную в сантиметрах. Далее получившиеся сантиметры следует выразить в метрах с учетом вертикального чертежа. Площадь кривой можно определить подсчетом миллиметровых клеточек или легче — планиметром. Точность исчисления средней высоты путем измерения площа-

дей, ограниченных изогипсами, зависит во многом от степени подробности изображения рельефа на карте — чем меньше сечения изогипс, тем точнее может быть произведено вычисление. После исчисления средней высоты объем географического объема может быть получен уже как произведение площади его основания на среднюю высоту: $V = pH$.

На фиг. 1 приведена гипсометрическая кривая базисной поверхности, составленной с учетом долин всех порядков (BB_1), топографического рельефа (CC_1) и первичной поверхности с учетом всех уровней поверхностей выравнивания (DD_1).



Фиг. 1. Гипсографическая кривая первичной, базисной и топографической (физической) поверхностей бассейна р. Гетик.

В данном чертеже мы имеем следующие объемы:

1. Объем (V_1), расположенный между базисной поверхностью и уровнем абсолютной базисной эрозии (площадь $AB\ B_1A_1$). Данный объем земной коры является незатронутым эрозией. Часть этого объема, расположенного между уровнем местного и абсолютного базиса эрозий (многоугольник $AB\ B_2A_1$), для исчисления объема сноса можно не учитывать.

2. Объем (V_2), лежащий между первичной поверхностью и уровнем местного базиса эрозии (BDD_1B_2).

3. Объем (V_3), лежащий между поверхностью топографического рельефа и уровнем местного базиса эрозии ($BCC_1\ B_2$).

4. Объем (V_4), лежащий между базисной поверхностью и уровнем местного базиса эрозии ($BB_1\ B_2$).

5. Объем (V_5) между базисной и топографической поверхностью рельефа ($BCC_1\ B_1$), являющийся объемом остаточного рельефа.

6. Объем (V_6) между первичной и топографической поверхностью рельефа ($CDD_1\ C_1$) — объем сноса.

После измерения проекционной площади (P) данного бассейна и исчисления средней высоты поверхности топографического рельефа (h_1) первичной (h_2) и базисной (h_3) поверхностей, уже нетрудно, как видно из чертежа, вычислить объем сноса и остаточного рельефа простейшей формулой (1 и 2).

$$V_6 = V_2 - V_3 = (Ph_2) - (Ph_1) \qquad (1)$$

$$V_5 = V_3 - V_4 = (P \cdot h_1) - (P \cdot h_3) \qquad (2)$$

По нашему исчислению, в бассейне р. Гетик $P = 588$ *км*, $h_1 = 1{,}061$ *км*, $h_2 = 1{,}184$ *км*, $h_3 = 1{,}004$ *км*. Подставив эти величины в формулы 1 и 2, получим: $V_6 = 72{,}324$ *км*^{3}, $V_5 = 33{,}516$ *км*^{3}, т. е. в бассейне р. Гетик объем сноса, лежащий между базисной поверхностью, построенной с учетом всех первичных уровней, составляет 72,324 *км*^{3}, а объем остаточного рельефа между этими поверхностями, который может быть в будущем удален из бассейна, равен 33,516 *км*^{3}.

Итак, если восстановить базисные, первичные поверхности данного участка или бассейна и исчислить средние высоты этих поверхностей и топографического рельефа, то можно определить общее количество сноса данного бассейна или участка со времени его поднятия, объем сноса в отдельных эрозионных циклах, отдельных осадочных толщ со времени вступления их в континентальное развитие, в некоторой степени и количество сноса из крупных интрузивных тел.

1) Общий объем сноса лежит между базисной поверхностью, построенной с учетом долин самого высшего порядка данного бассейна, и первичной поверхностью, отражающей наиболее высоко расположенную поверхность выравнивания. В этом случае средняя высота базисной поверхности будет незначительно отличаться от высоты местного базиса эрозии.

2) Для определения объема сноса в период определенного эрозионного цикла, необходимо установить его первичную поверхность и ее возраст. Нижний предел воздействия этого цикла (базисная поверхность) будет соответствовать верхнему пределу воздействия (первичной поверхности) предыдущего цикла эрозии.

3) Для определения объема сноса из осадочных толщ различного генезиса, необходимо сначала в крупномасштабных картах выделить контур данной толщи и далее сделать те же действия, что для бассейнов. Данный метод позволяет определить ту часть объема сноса, которая эродировалась после формирования в этой толще овражно-долинной сети, т. е. в последнем отрезке его континентального развития.

4) Дело затрудняется при определении объема сноса из крупных интрузивных тел, т. к. мы не знаем точного гипсометрического расположения первичной поверхности этих тел и времени их раскрытия. Здесь можно определить только ту часть объема сноса, которая была

снесена после раскрытия тела и попадания его в сферу воздействия речной эрозии и других экзогенных агентов.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 22.I 1973.

Ֆ. Ս ԴԵՎՈՐԳՅԱՆ

ՅԱՄԱՔԻՑ ՏԵՂԱՏԱՐՄԱՆ ԾԱՎԱԼԻ ՈՐՈՇՄԱՆ ՄԵԹՈԴ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Առաջարկվող մեթոդի հիմքում ընկած է երկրակեղևի վրա էրոզիայի և դենուդացիայի ներգործության վերին և ստորին սահմանների հաստատումը։ Էրոզիայի ներգործության վերին սահմանը համընկնում է ռելիեֆի սկզբնական, իսկ ստորինը՝ բազիսային մակերևույթների հետ։ Այս մակերևույթների վերականգնման և քարտեզագրման մեթոդները մշակել է Վ. Պ. Ֆիլոսոֆովը։ Մեր կողմից կատարվել են որոշ ճշտումներ և լրացումներ։

Տեղատարման ծավալը որոշելու համար անհրաժեշտ է կառուցել տվյալ ավազանի սկզբնական, բազիսային և տեղագրական (ֆիզիկական) ռելիեֆի մակերևույթների հիպսոգրաֆիկ կոր գծերը և դրանց միջոցով հաշվել այդ մակերևույթների միջին բարձրությունները։ Տեղատարված նյութերի ծավալը V_6 ընկած է սկզբնական և տեղագրական մակերևույթների միջև և հավասար է սկզբնական մակերևույթով և տեղական էրոզիոն բազիսի մակարդակով սահմանափակված ծավալի V_2 և տեղագրական մակերևույթով և տեղական էրոզիոն բազիսի մակարդակով սահմանափակված ծավալի V_3 տարբերությանը։ Հիպսոգրաֆիկ կորագծերի միջոցով հնարավոր է որոշել V_2 V_3 ծավալները։ $V_2=Ph_1$, $V_3=Ph_2$, որտեղ P-տվյալ ավազանի պրոեկցված մակերեսն է, h_1—սկզբնական, իսկ h_2—տեղագրական ռելիեֆի մակերևույթի միջին բարձրություններն են։

Առաջադրվող մեթոդով հնարավոր է որոշել ինչպես տվյալ ավազանի տեղատարված ամբողջ ծավալը, այնպես էլ առանձին էրոզիոն փուլերում, տարբեր հատվածքներից, ինչպես նաև, որոշ չափով, խոշոր ներժայթուքներից տեղատարված նյութերի քանակությունը։

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Бальян С. П.* Структурная геоморфология Армянского нагорья и окаймляющих областей. Изд Ер. гос. ун-та, 1969
2. *Волков И. М.* Принципы и методы картометрии. Изд. АН СССР, М.—Л., 1950
3. *Думитрашко Н. В* Поверхности выравнивания. В кн.: «Геология Армянской ССР», т. 1. Геоморфология. Изд. АН Арм. ССР, Ереван. 1962.
4. *Казакова Н. М., Думитрашко Н. В* Хребет Арегуни. Мургузский хребет. В кн. «Геология Армянской ССР», т. 1. Геоморфология. Изд. АН Арм ССР, Ереван. 1962

5. *Нефедьева Е. А.* Речные долины. В кн.: «Геология Армянской ССР», т. I. Геоморфология. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1962.
6. *Пиков Б. П.* Количественная характеристика речной сети. Тр. Гос. Гидрологического ин-та, вып. 4/58, 1948.
7. *Паффенгольц К. Н.* Стратиграфия четвертичных лав Восточной Армении. Зап. Росс. мин. об-ва, ч. LX, вып. 2, 1931.
8. *Спиридонов А. И.* Основы общей методики полевых геоморфологических исследований и геоморфологического картографирования. «Высшая школа», М., 1970.
9. *Философов В. П.* Краткое руководство по морфометрическому методу поисков тектонических структур. Изд. Сарат. ун-та, Саратов, 1960.
10. *Хортон Р.* Эрозионное развитие рек и водосборных басейнов. Изд. ИЛ., 1948.
11. *Щукин И. С.* Общая геоморфология, т. II, Изд. МГУ, 1964.
12. Գևորգյան Ֆ. Ս. *Մորֆոմետրիկական վերլուծության Գետիկի ավազանում նորագույն տեկտոնական շարժումներ և մորֆոստրուկտուրաներ վերհանելու նպատակով։ ՀՍՍՀ ԳԱ տեղեկագիր «Գիտություններ Երկրի մասին» № 4, 1969.*

Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, 2, 93—96, 1974

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 550.8.622.1

Л. В. КОСИЦЫНА

ЗАВИСИМОСТЬ ЗНАЧЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ПРОБЫ ОТ ВИДА ОПРОБОВАНИЯ

Часто при разведке месторождения или отдельных рудных тел применяются различные виды опробования. Данные проб служат одним из основных параметров качественной и количественной оценки месторождения.

Известно, что значение содержания в пробе зависит от ее размера, объема, вида опробования, ориентировки в пространстве. Поэтому при оценке месторождения важно знать насколько разнятся значения содержаний проб в зависимости от вида опробования, при прочих равных условиях.

Исследования проведены в условиях штокверка рудника 7—10 Кафанского месторождения, где имеют место бороздовый и керновый виды опробования. Сравнительно в равной степени эти виды опробования применены на горизонте 969 *м*, по которому и проведен анализ.

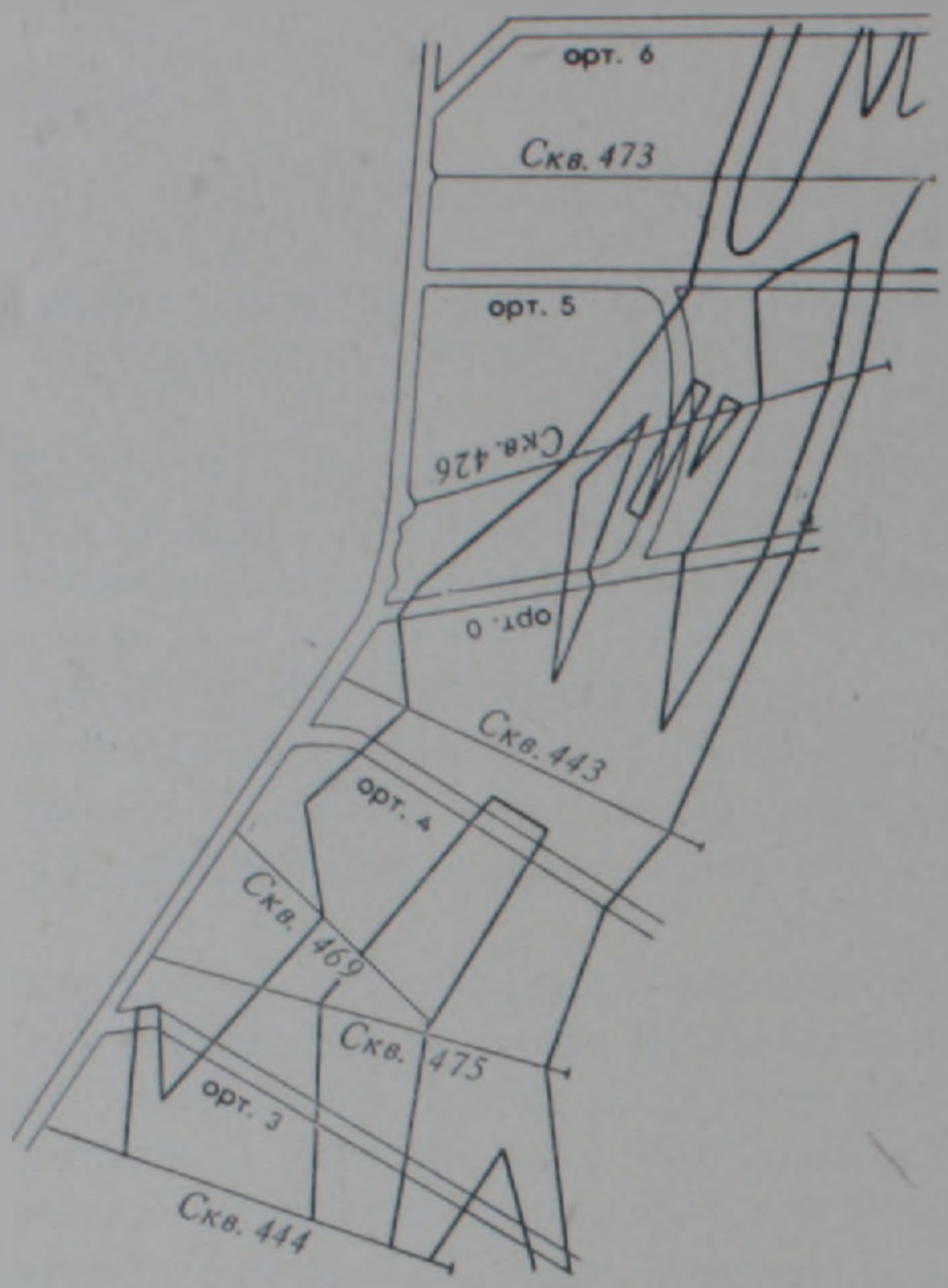
Согласно методике разведки по простиранию штокверка пройден полевой штрек, из которого через 70 *м* вкрест простирания к северу пройдены орты. Между горными выработками пробурены горизонтальные скважины мелкоалмазного бурения (фиг. 1).

Орты опробованы непрерывной горизонтальной бороздой, расположенной на одной из стенок выработки. Пробы отбирались метровыми секциями. Параметры проб одинаковы и равны $1 \times 0{,}08 \times 0{,}02$ *м*.

Керн, получаемый при разбуривании рудных тел прожилково-вкрапленного типа, опробуется также стандартными метровыми секциями. Диаметр керна обычно 46 *мм*, что при достаточно высоком выходе керна (не менее 90%) позволяет считать объемы и размеры проб различных видов опробования равными. Ориентировка в пространстве также одинакова (согласно методике разведки и опробования). Остается выяснить вопрос: зависят ли значения содержаний проб в данном случае от вида опробования?

Важность вопроса привлекла внимание некоторых исследователей, которые пытались найти на него ответ эмпирическими способами. Для этой цели пробуривались и опробовались скважины. Затем по скважинам проводились горные выработки (орты) и отбирались бороздовые пробы. Значения химических анализов бороздовых и керновых проб сравнивались и делались соответствующие выводы.

Такой анализ мог бы быть приемлем в том случае, если бы было возможно отобрать бороздовые и керновые пробы в точках залежи, определенных одними и теми же координатами пространства, что теоретически и практически невозможно.



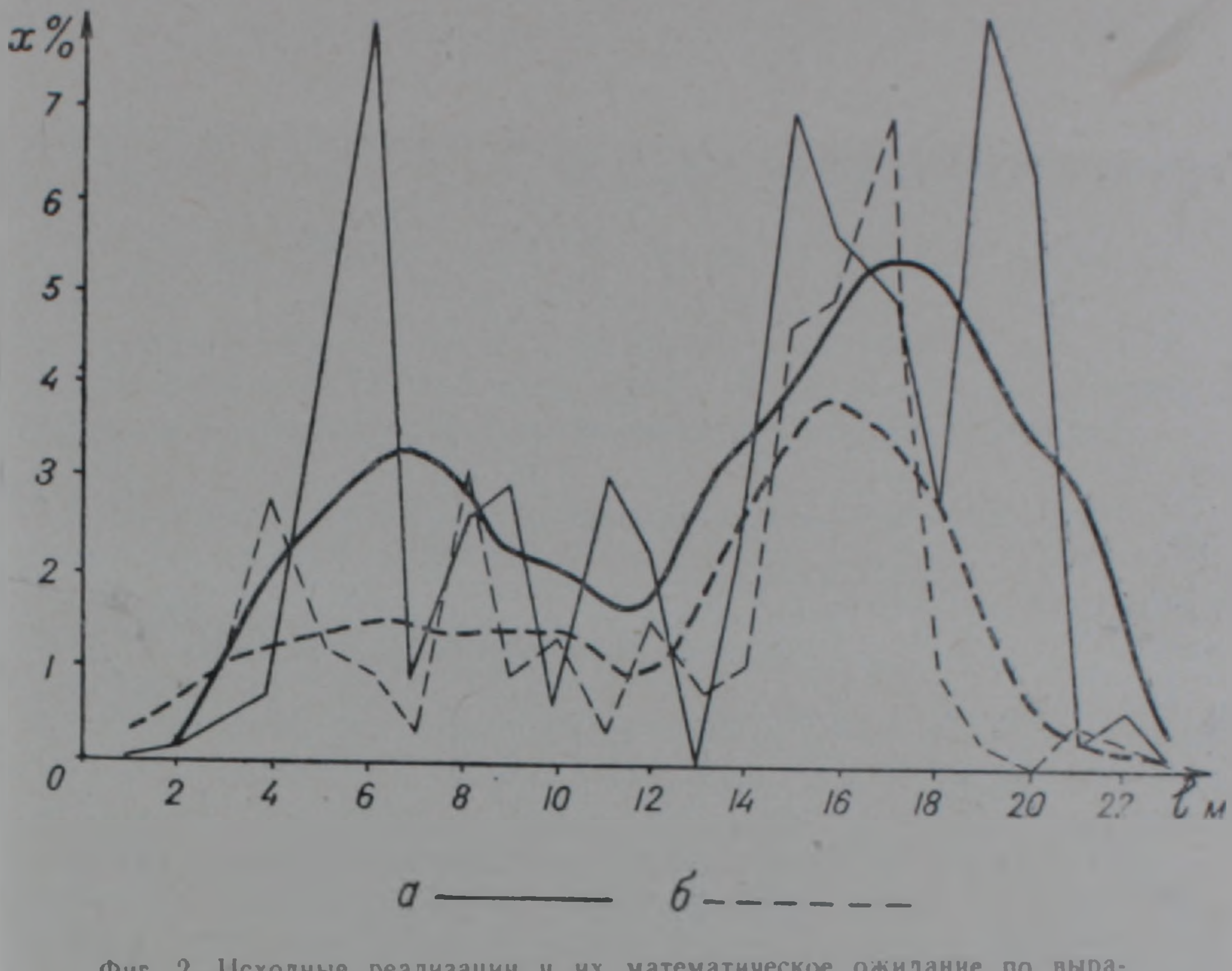
Фиг. 1. Положение штокверка и разведочных выработок на горизонте 969 *м*.

Каждая проба уникальна. Любая другая проба, как бы не была она близко взята, будет смещена на некоторое расстояние. В силу этого и значение пробы даже при одном и том же виде опробования будет отличаться. Практически отклонения могут варьировать в широких пределах. Так, на фиг. 2 представлены кривые размещения содержаний меди по борозде и скважине, отстоящими друг от друга на расстояния до 40 см. Как видно, исходные реализации значительно отличаются, но их математические ожидания, полученные при сглаживании, указывают на то, что отклонения связаны лишь с величиной перемещения точек опробования в пространстве и не зависят от вида опробования.

Исходя из того, что значения отдельных проб представляют собой случайные величины, зависящие от неслучайного параметра—координат точек пространства, нами для исследований применен аппарат математической статистики.

Исходным материалом послужили данные химических анализов бороздовых проб в количестве 241 и керновых—в количестве 200 проб. по горизонту 969 *м*.

Предварительно определен закон распределения содержаний меди. Установлено, что распределение меди на различных горизонтах залежи подчиняется логнормальному закону.



Фиг. 2. Исходные реализации и их математическое ожидание по выработке по двум видам опробования: а) бороздовое опробование; б) керновое опробование.

По каждому виду опробования составлены интервальные ряды и, по известным формулам для логнормального закона распределения, определены основные характеристики.

Для сравнения степени различия двух видов опробования в таблице 1 приведены основные параметры распределения признака по каждому виду опробования отдельно.

Таблица 1

Вид опробования	Число проб, n	Среднее геометрическое, $\bar{x}_z$	Логарифмическая дисперсия, s_z	Коэффициент вариации, V	Среднее содержание, $\bar{x}$	Дисперсия, s
Бороздовое	211	−0,155	0,55	100	1,55	1,55
Керновое	200	−0,165	0,53	101	1,69	1,86

Из таблицы видно, что средние значения показателя по различным видам опробования отличаются. Относительная изменчивость содержания, определенная по данным керновых проб, выше, чем по данным бороздовых проб.

Существенность выявленных различий по разным видам опробования проверялась по критерию Стьюдента.

Вычисления производились по следующим формулам:

$$t = \frac{D}{S},$$

где D — разность средних содержаний;

$$S = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}},$$

где σ_1 и σ_2 — выборочные дисперсии, n_1 и n_2 — количества проб в выборках.

Табличное значение t для пятипроцентного уровня значимости равно 2,1.

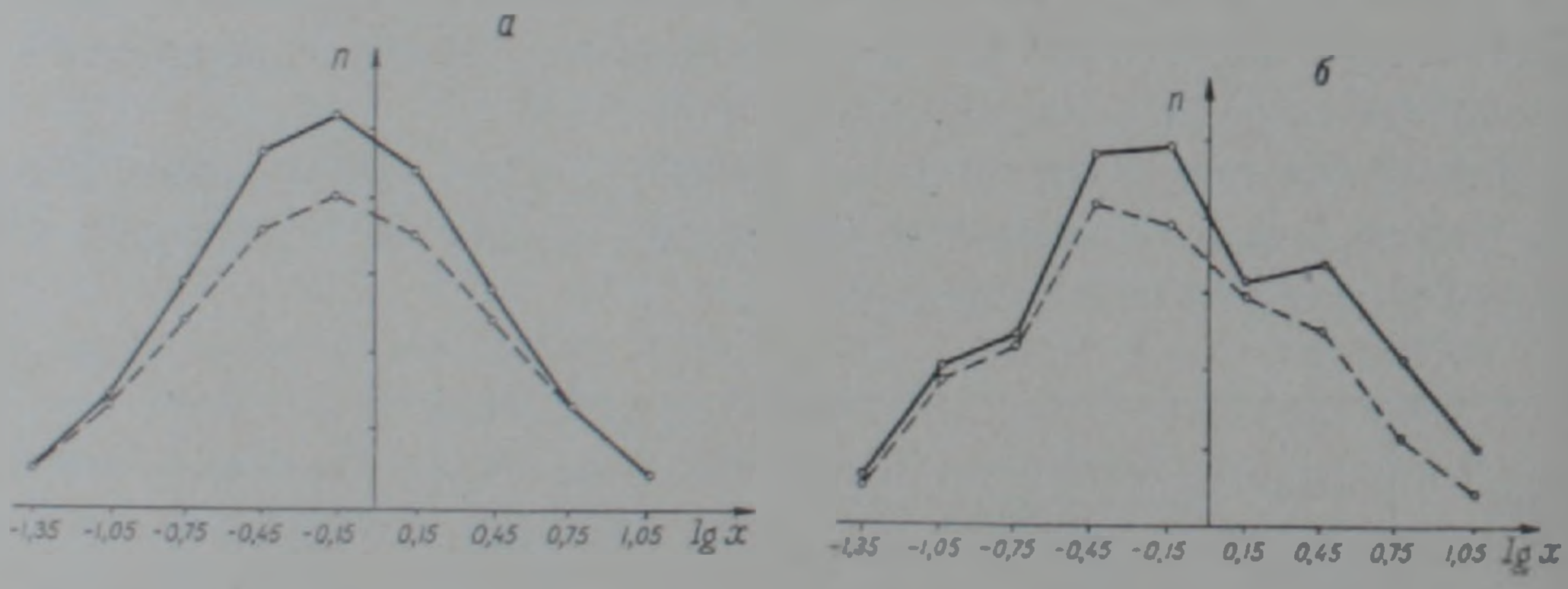
Вычисления приведены в таблице 2.

Таблица 2

Виды опробования	Выборочная дисперсия, S	Разность средних содержаний, D	Критерий различия, t
Бороздовое	0,165	0,14	0,85
Керновое			

Из таблицы 2 видно, что различия между значениями содержаний проб двух различных видов опробования несущественны. Случайный характер этих различий обусловлен случайным отбором проб для соответствующих выборок и различным числом членов выборок.

На фиг. 3 приведены кривые распределения логарифмов содержаний, построенные по данным двух различных видов опробования, кото-



Фиг. 3. Полигоны распределения логарифмов содержаний меди по данным бороздового и кернового опробования. а) теоретические; б) эмпирические.

рые почти параллельны между собой, что также указывает на несущественность различий в средних содержаниях по двум выборкам.

Можно считать, что оба вида опробования равноценны не только по объему проб и их размерам, но и по выявлению в них среднего содержания полезного компонента.

Ереванский политехнический институт
им. К. Маркса

Поступила 31 V 1972.

Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, 2, 97—99, 1974

УДК 551.482.214

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

И. Г. ХАХАНОВ

БИОГЕННЫЕ И ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА ОЗЕР СЕВАН И АРПИ

Наравне с органическим веществом почв и пород важное гидрохимическое и общеландшафтное значение имеет органическое вещество вод.

Гидрохимическая характеристика оз. Севан и его бассейна рассматривалась ранее в работах С. Я. Лятти [2, 3] и Р. Л. Лачиновой [1].

В настоящей статье рассматривается характеристика биогенных и органических веществ озер Севан и Арпи, расположенных на территории Армянской ССР.

Севан является самым большим высокогорным озером. Расположено оно в Севанской котловине и окружено Арегунийским, Гегамским и Варденисским хребтами. В озеро впадает 28 рек и речек, из которых наиболее крупными являются р.р. Масрик, Аргичи, Гаварагет, Дзыкнагет и Варденис; вытекает из озера р. Раздан. Площадь водосборного бассейна составляет 4750 *кв. км*, а зеркала — к началу 1973 года 1254 *кв. км*. Абсолютная высота над уровнем моря 1898 *м*. Озеро Арпи расположено на высоте 2020 *м* над уровнем моря. Площадь водосборного бассейна составляет 218 *кв. км*, а зеркала — 22 *кв. км*. Озеро Арпи питается водами многочисленных речек и родников. Из него берет начало р. Ахурян.

В настоящей работе на основании данных химических анализов вод озер, приведенных в гидрологических ежегодниках УГМС, нами рассчитаны среднемесячные характеристики биогенных и органических веществ вод озер Севан (табл. 1) и Арпи (табл. 2) за многолетний период наблюдений.

Приведенные данные иллюстрируют характер внутригодового колебания вышеупомянутых величин. Соединения азота присутствуют в озерных водах в виде ионов NO_2^- и NO_3^-. Ионы нитрита (NO_2^-) распространены в водах рассматриваемых озер в небольшом количестве. Присутствие в озерной воде ионов нитрата (NO_3^-) свидетельствует о полном окислении органических азотосодержащих веществ. Главным источником нитратов в воде служат органические вещества. В незначительном количестве дополнительно нитраты поступают в воду из окисей азота, образующихся при грозовых разрядах.

Содержание биогенных и органических веществ в различные сезоны года для озер Севан и Арпи приведено в табл. 3 и 4.

Необходимо учесть тот факт, что процессы формирования химического, биогенного и органического состава воды в этих двух озерах резко различны: вода озера Севан формировалась на протяжении веков,

Таблица 1

Среднемесячные величины результатов химического анализа воды оз. Севан, Севан—остров за период 1960—1969 гг.

Дата	pH	Кислород (O_2) мг/л	Кислород (O_2) % насыщения	Окисляемость перманганатная, мг/л	Нитраты, мг/л NO_3^-	Нитраты, мг/л N	Нитриты, мг/л NO_2^-	Нитриты, мг/л N	ΣN мг/л	Сумма ионов, мг/л	Фосфаты, мг/л	Кремний, мг/л
I	8,65	12,09	110,9	2,7	0,60	0,135	0,003	0,001	0,136	713,4	0,250	2,6
II	8,67	12,01	110,1	2,3	0,32	0,072	0,015	0,005	0,077	714,1	0,127	1,1
III	8,67	15,41	139,5	3,2	0,08	0,018	0,005	0,002	0,018	722,9	0,131	1,3
IV	8,63	13,05	121,3	1,5	0,42	0,095	0,002	0,000	0,095	728,2	0,128	1,5
V	8,65	12,26	126,5	2,6	0,48	0,108	0,004	0,001	0,112	720,9	0,166	1,5
VI	8,64	10,70	121,3	2,9	0,24	0,054	0,001	0,000	0,054	708,9	0,130	1,8
VII	8,64	9,91	118,0	1,6	0,28	0,063	0,007	0,002	0,065	718,9	0,196	1,3
VIII	8,65	9,63	106,0	1,6	0,30	0,068	0,001	0,000	0,068	716,5	0,193	1,6
IX	8,63	9,69	110,0	1,3	0,23	0,052	0,003	0,001	0,053	718,1	0,160	1,3
X	8,64	9,71	102,6	2,1	0,11	0,035	0,011	0,003	0,039	719,7	0,211	1,3
XI	8,58	9,75	100,0	1,4	0,11	0,025	0,020	0,006	0,031	729,4	0,135	1,4
XII	8,65	11,58	110,8	2,4	0,14	0,033	0,003	0,001	0,036	719,2	0,182	1,3

Таблица 2

Среднемесячные величины результатов химического анализа воды озера Арпи, с. Шурабад, за период 1960—1969 гг.

Дата	pH	Кислород (O_2) мг/л	Кислород (O_2) % насыщения	Окисляемость перманганатная, мг/л	Нитраты, мг/л NO_3^-	Нитраты, мг/л N	Нитриты, мг/л NO_2^-	Нитриты, мг/л N	ΣN мг/л	Сумма ионов, мг/л	Фосфаты, мг/л	Кремний, мг/л
II	7,02	6,53	55,3	4,3	1,52	0,343	0,006	0,002	0,345	167,1	0,082	6,8
III	7,20	4,07	35,0	4,3	2,00	0,451	0,000	0,000	0,451	197,4	0,043	6,6
IV	7,65	7,19	66,4	3,5	1,49	0,336	0,002	0,001	0,347	110,0	0,055	6,3
V	7,20	6,24	72,8	4,4	1,12	0,253	0,008	0,002	0,255	96,8	0,037	6,4
VI	7,40	8,19	88,6	3,8	1,02	0,230	0,000	0,000	0,230	85,5	0,053	6,6
VIII	7,22	5,85	47,9	3,8	1,13	0,255	0,004	0,001	0,256	121,0	0,062	5,7
IX	6,91	3,76	85,4	3,4	0,05	0,011	—	—	0,011	156,4	0,096	2,4
X	6,08	6,51	56,0	5,5	1,01	0,228	0,001	0,000	0,228	151,6	0,039	6,6
XII	7,06	9,65	87,5	5,2	1,09	0,249	0,002	0,000	0,249	140,3	0,036	7,7

годовое пополнение озера и сток из него по сравнению с вековыми запасами озерной воды весьма незначительны. Озеро Арпи, наоборот, имеет большую проточность, вода притоков не успевает претерпеть значительных изменений в озере и поэтому мало отличается от речной. Сезонные колебания биогенных веществ вызваны потреблением их в вегетационный период водными растениями.

Таблица 3

Среднее содержание биогенных и органических веществ воды оз. Севан, Севан—Остров, по сезонам 1960—1969 гг.

Сезон	pH	Кислород (O_2)		Окисляемость перманганатная (О), *мг/л*	Нитраты, *мг/л*		Нитриты, *мг/л*		ΣN *мг/л*	Сумма ионов, *мг/л*	Фосфаты, *мг/л*	Кремний, *мг/л*
		мг/л	% насыщения		NO_3^-	N	NO_2^-	N				
Зима	8,66	11,89	110,6	2,5	0,35	0,079	0,007	0,002	0,081	715,6	0,186	1,7
Весна	8,65	13,57	129,1	2,4	0,33	0,074	0,004	0,001	0,075	724,0	0,142	1,4
Лето	8,61	10,08	115,1	3,0	0,27	0,061	0,003	0,001	0,062	714,8	0,173	1,6
Осень	8,62	9,72	104,4	1,6	0,17	0,039	0,011	0,003	0,042	722,4	0,167	1,3

Таблица 4

Среднее содержание биогенных органических веществ воды озера Арпа, с. Шурабад по сезонам 1960—1969 гг.

Сезон	pH	Кислород (O_2)		Окисляемость перманганатная (О), *мг/л*	Нитраты, *мг/л*		Нитриты, *мг/л*		ΣN *мг/л*	Сумма ионов, *мг/л*	Фосфаты, *мг/л*	Кремний, *мг/л*
		мг/л	% насыщения		NO_3^-	N	NO_2^-	N				
Зима	7,03	8,09	71,4	4,8	1,30	0,293	0,004	0,001	0,294	153,7	0,059	7,3
Весна	7,35	5,83	58,1	4,1	1,54	0,347	0,003	0,001	0,350	134,7	0,045	6,4
Лето	7,31	7,02	67,8	3,8	1,08	0,243	0,002	0,001	0,244	103,8	0,058	6,2
Осень	6,50	5,14	70,7	4,5	0,53	0,112	0,001	0,000	0,112	154,0	0,068	4,6

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 8.XII.1972.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лачинова Р. Л.* Гидрохимическая характеристика оз. Севан и его бассейна. Гидрохим. мат. т. LI, 1969.
2. *Лятти С. Я.* Гидрохимический очерк озера Севан. Мат. по исслед. оз Севан и его басс., ч. IV, вып. 2, Л., 1932.
3. *Лятти С. Я.* Гидрохимическое исследование озера Севан (Гокчи) и его притоков. Бюлл. бюро гидромет. исслед. на оз. Севан (Гокчи), № 7—8, Ереван, 1929.

Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, 2, 100—103, 1974

НАУЧНАЯ ХРОНИКА

А. Е. КОЧАРЯН, Ю. В. САЯДЯН

О РАБОТЕ IV ВСЕСОЮЗНОГО СОВЕЩАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЧЕТВЕРТИЧНОГО ПЕРИОДА

С 7 по 9 июня 1973 г. в гор. Ереване проходило IV Всесоюзное совещание по изучению четвертичного периода, которое с 10 по 21 июня сопровождалось научными экскурсиями по республикам Закавказья. Заключительное заседание состоялось 21 июня в гор. Сухуми.

Совещание было организовано АН СССР (Секция Наук о Земле), АН Арм. ССР, АН Аз. ССР и АН Груз. ССР. В совещании приняли участие около 200 советских специалистов, а также 21 видный ученый из Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, Румынии, Чехословакии, Югославии, Австрии, Франции, ФРГ и США.

К совещанию были опубликованы программа и тезисы докладов, а также путеводители отдельно по всем трем республикам на русском и английском языках.

Совещание было посвящено рассмотрению итогов изучения четвертичного периода Закавказья и Кавказа, а также некоторым общим проблемам стратиграфии и палеогеографии четвертичной системы. В качестве основных проблем, обсуждение которых было выдвинуто на повестку дня, необходимо назвать корреляцию четвертичных континентальных отложений Закавказья с морскими отложениями Каспийского и Черного морей, уточнение стратиграфии вулканических образований, выяснение их соотношений с фаунистически и флористически охарактеризованными отложениями иного генезиса. Не менее важны были проблемы, связанные с новейшей тектоникой, древним оледенением и археологией Закавказья.

Программа совещания была составлена в соответствии с этими важнейшими направлениями. Перечисленные проблемы были рассмотрены в целом ряде докладов участников совещания.

На первом утреннем заседании 7 июня были заслушаны приветственные выступления Оргкомитета (акад. АН Арм. ССР С. С. Мкртчян), АН Армянской ССР (акад. АН Арм. ССР И. Г. Магакьян), Комиссии по изучению четвертичного периода АН СССР (акад. АН БССР Г. И. Горецкий) и обобщающие доклады по четвертичной геологии Армении (член-корр. АН Арм. ССР А. Т. Асланян), Азербайджана (акад. АН Азерб. ССР Ш. А. Азизбеков), Грузии (проф. Д. В. Церетели) и Понто-Каспийской области (проф. Г. И. Попов, П. В. Федоров). Вечернее заседание этого дня было посвящено проблемным докладам общего характера, на котором выступили: акад. АН СССР К. К. Марков, проф. А. А. Величко в соавторстве с акад. АН СССР И. П. Герасимовым, акад.

АН Узб. ССР Г. А. Мавлянов, проф. Е. Е. Милановский, проф. К. В. Никифорова и др.

8 июня на утреннем заседании выступили иностранные ученые. Участие иностранных коллег придало обсуждению важнейших вопросов геологии четвертичного периода международное звучание. Иностранный член АН СССР акад. Ж. Дреж (Франция), профессора В. Шибрава (Чехословакия), К. Гения (Румыния), Б. Френцель (ФРГ), П. Фink (Австрия), И. Мойский (Польша), В. Попов (Болгария) выступили с сообщениями, в которых было показано, как решаются вопросы корреляции морских и континентальных отложений в пределах ряда западноевропейских регионов. В частности, доклады проф. Б. Френцеля, В. Попова, В. Шибравы, К. Гении были посвящены сопоставлению четвертичных ледниковых и аллювиальных отложений горных областей (Альпы, Карпаты, Балканы) с четвертичными отложениями равнинных территорий, в том числе в пределах предгорных прогибов и межгорных впадин. Доклады проф. Цв. Михайлова (Польша), Е. Фотакиевой (Болгария), К. Эрдта (ГДР), Г. Ричардса (США) касались различных аспектов изучения четвертичного периода.

На вечернем заседании 8 июня были заслушаны доклады, касающиеся территории Грузинской ССР. О конэрозионных разломах и четвертичной истории Кавказа сообщил акад. АН Груз. ССР А. Л. Цагарели; проф. Л. И. Маруашвили рассказал об уникальной Цуцхватской многоэтажной карстовой пещерной системе. Несколько докладов было посвящено истории развития фауны и древнего человека на территории Грузии.

9 июня на утреннем заседании выступили делегаты от Азербайджанской ССР. Они сделали сообщения по важнейшим проблемам четвертичной геологии Азербайджана: стратиграфии морских отложений (акад. АН Азерб. ССР К. А. Алиэаде, проф. Б. Г. Векилов и др.), карте четвертичных отложений (акад. АН Азерб. ССР Г. А. Алиев, проф. Б. А. Будагов, Б. Г. Векилов, Н. В. Пашалы и др.), фациальных особенностях литогенеза (проф. Н. В. Пашалы) и др.

Вечернее заседание 9 июня было посвящено вопросам четвертичной геологии Армении. Проблема стратиграфии и палеогеографии четвертичных континентальных осадочных и вулканических образований Армении была рассмотрена во взаимосвязи с морскими отложениями Понто-Каспийской области и с общепланетарными изменениями природной обстановки и дана корреляционная схема опорных разрезов Армении, Восточной и Западной Европы (Ю. В. Саядян). О морфоструктурных и структурно-фациальных особенностях неотектонических движений Армянского нагорья выступил проф. С. П. Бальян, об основных чертах вулканизма Армении — В. М. Амарян.

Всего в течение трех дней заседаний было заслушано около 40 докладов. Обсуждение докладов проходило после каждого заседания. Дискуссии и обмен опытом были продолжены во время экскурсий.

В долине р. Раздан, у пещеры Ереван-I К. Н. Карапетян, С. К. Межлумян и Б. Г. Ерицян рассказали об истории образования и заселения пещеры; в Мецаморе К. А. Мкртчян и Э. Ханзадян продемонстрировали древнее городище — центр металлурго-керамического производства III—I тыс. до н. э.; на берегу оз. Севан Ю. В. Саядян, З. В. Алешинская и Э. Ханзадян продемонстрировали разрезы голоценовых озерных отложений, обнажающихся на осушенной полосе побережья, охарактеризованные фауной, содержащие культурные горизонты III—II тысячелетия до н. э. и подтвержденные радиоуглеродными определениями.

В Армении, кроме того, были показаны уникальные древние архитектурные и археологические памятники (Эчмиадзин, Мецамор, Звартноц, Гарни, Гегард).

Последующие экскурсии в Азербайджане были связаны с разрезами, иллюстрирующими стратиграфию каспийских морских отложений (Мишовдаг, Дуздаг), фациальные их соотношения с континентальными толщами (Карамарьям). Эти разрезы достаточно полно отражают последовательность залегания различных горизонтов нижнего и среднего плейстоцена Каспийской впадины (тюркянский, бакинский, мингечаурский горизонты). Был продемонстрирован отчетливый контакт апшеронских и бакинских горизонтов. На горе Дуздаг были показаны маркирующие горизонты вулканических пеплов, залегающих среди фаунистически охарактеризованных морских и континентальных отложений, имеющих важное значение для корреляции и расчленения вулканогенных толщ Армянского нагорья.

На территории Грузии с большим интересом была осмотрена многоэтажная система пещер у с. Цуцхвати со следами материальной культуры древнего человека и фауны млекопитающих, характерные валунные накопления в долине р. Амткели, ледниковая природа которых на протяжении многих лет была и остается дискуссионной.

На заключительном заседании выступившие, в том числе иностранные ученые (акад. Ж. Дреж, проф. Н. Финк, Б. Френцель. Н. Мойский, В. Попов), высоко оценили работу совещания.

В целом совещание отметило, что в последние годы в изучении четвертичного периода Закавказья и Кавказа достигнуты значительные успехи. Получены новые данные по стратиграфии и палеогеографии континентальных и морских четвертичных отложений, вулканизму и новейшей тектонике. Использование комплекса методов и в первую очередь палеонтологии (морская фауна, остатки ископаемых млекопитающих), палинологии и палеомагнитных исследований позволило осуществить корреляцию основных разрезов внутри Кавказского региона и провести их сопоставление с рядом стратотипов Восточной и Западной Европы и других территорий. Значительные успехи достигнуты в области изучения палеолита Закавказья. Изучение геоморфологии и новейшей тектоники Кавказа позволило составить схему корреляции ледниковых эпох Кавказа, эрозионных циклов речных долин, трансгрессий и рег-

рессий Черного и Каспийского морей. Значительные достижения имеются в области изучения геохимии, литологии и генезиса четвертичных отложений Закавказья.

Совещание единодушно отметило, что все эти исследования, кроме существенного общенаучного и теоретического значения, имеют большое практическое значение, т. к. позволяют установить палеогеографическую обстановку и характер процессов, определяющих формирование отложений, заключающих в себе россыпные месторождения полезных ископаемых, строительные материалы, запасы воды и пр.

Совещание в своем решении определило основные направления дальнейших исследований одного из уникальных объектов четвертичной геологии — Каспийско-Черноморской области.

Совещание отметило очень большую работу Отделения наук о Земле и Института геологических наук АН Армянской ССР, Армянского геологического Общества, Института геологии АН Азербайджанской ССР, Институтов географии и геологии АН Грузинской ССР, Управления геологии Грузинской ССР, а также Комиссии по изучению четвертичного периода АН СССР и Комиссии по изучению четвертичного периода Закавказья, по подготовке и проведению совещания, организации полевых маршрутов, изданию путеводителей экскурсий и тезисов докладов совещания.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 6.XI.1973.

Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, 2, 104—106, 1974

НАУЧНАЯ ХРОНИКА

К. М. МУРАДЯН

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ИТОГИ МЕЖДУНАРОДНОГО СИМПОЗИУМА «ВУЛКАНИЗМ И СВЯЗАННАЯ С НИМ МЕТАЛЛОГЕНИЯ»

При содействии Международной ассоциации вулканологии и химии недр Земли (IAVCEI) и сопокровительстве Международной федерации экономической геологии с 3 по 8 сентября 1973 г. в столице Социалистической республики Румыния — гор. Бухаресте состоялся очередной симпозиум, посвященный вулканизму и связанной с ним металлогении, в котором автор принял участие в составе Советской делегации.

Симпозиум был организован Румынским Министерством минерального сырья, нефти и геологии совместно с Министерством просвещения. На Международный симпозиум в Бухарест съехались вулканологи и металлогенисты — специалисты по рудным месторождениям около 30 стран мира общим числом более 300 человек. Наиболее крупные представительства из стран-участниц имели: Румыния, СССР, США Франция. Венгрия, Чехословакия, Югославия, Италия и ряд других стран.

Советская делегация в составе 17 человек включала академика Д. С. Коржинского, членов-корр. АН СССР Г. С. Горшкова (глава делегации, президент Международной ассоциации вулканологии и химии недр Земли), И. В. Лучицкого, Е. А. Радкевич; докторов наук, профессоров— В. И. Влодавец, Т. И. Фролову, М. А. Фаворскую, С. И. Набоко, Е. Ф. Малеева, Р. Н. Абдуллаева и кандидатов геол.-мин. наук — Е. П. Малиновского, К. М. Мурадяна, В. И. Гугушвили, А. Л. Канчавели, В. Г. Сахно, Е. Д. Петраченко, Г. Ф. Пилипенко.

Заседания Международного симпозиума длились шесть дней. Всего было заслушано около 50 докладов. Согласно I циркуляру оргкомитета рабочими языками Бухарестского симпозиума были английский и французский.

Во время симпозиума были обсуждены нижеследующие актуальные вопросы по проблеме изучения рудоносных вулканических регионов.

1. Региональные аспекты продуктивного вулканизма (рудоносный андезитовый вулканизм конца орогенной стадии); 2. Происхождение минералообразующих флюидов в вулканических областях; 3. Структурный контроль вулканизма и связанных с ним рудных месторождений; 4. Геохимия вулканогенных рудных месторождений и гидротермально измененных вулканических пород. Изотопные исследования, касающиеся источника и генезиса магм и связанных с ними рудных место-

рождений; 5. Изучение продуктивных вулканических областей с помощью современных геофизических методов.

На пленарном заседании симпозиума были прочитаны два доклада, вызвавших большой интерес среди участников симпозиума: а) Кутина (Прага) — «Структурный контроль вулканогенных месторождений на фоне глобальной тектоники»; б) Д. Радулеску (Бухарест) — «О тектонике плит вулканических областей (на примере Румынских Карпат)».

Все доклады были сгруппированы в две секции: 1. Основные проблемы; 2. Региональные аспекты.

Ниже кратко излагаются содержания наиболее интересных докладов по секциям.

Секция 1: М. Сучава. «Гравиметрические данные в познании вулканических структур ЮВ гор Гурджу» — Румыния; Е. Локарди «Урановые месторождения в щелочных вулканитах в центральной Италии»; Д. Юнг, М. Таркиан «Третичный и четвертичный вулканизм Ирана» и др. Из советских ученых в данной секции были прочитаны доклады: В. И. Гугушвили (ГИ АН Груз. ССР), Е. Д. Петраченко, В. Г. Сахно (ДВГИ, г. Владивосток) и др., рассмотревшие связь метасоматизма, минерализации с вулканизмом, на примере разных вулканических регионов Союза.

Секция 2: В данной секции первым был заслушан доклад К. М. Мурадяна (ИГН АН Арм. ССР в соавторстве с доктором геолого-минералогических наук, профессором В. Н. Котляром—МГРИ) «Основные черты металлогении вулканогенных формаций Армянской ССР». Интерес вызвали доклады: профессоров Р. Н. Абдуллаева, Е. Ф. Малеева, Т. И. Фроловой и др., в которых рассматривались особенности колчеданных месторождений, находящихся в раннегеосинклинальных вулканогенных породах Кавказа, Карпат и Урала. В докладе С. И. Набоко на примере Камчатки и Курил была охарактеризована металлоносность современного гидротермального процесса в интервале глубин 0—1200 м.

С 9 по 16 сентября, после симпозиума, были совершены полевые экскурсии в область — Румынских Карпат; в кальдеру Кэлиман с месторождениями серы, в вулканическую постройку Сэака-Татарка, на ртутное месторождение Синтимбру, находящееся в пределах вулкано-тектонической структуры Луч (на севере) и Куку (на юге) среди гидротермально измененных андезитов и т. д.

Симпозиум выявил те главные направления, по которым развивается за последние годы мировая наука в области исследований вулканизма и связанной с ним металлогении. Симпозиум показал актуальность и научно-практическую перспективность проблемы металлогении вулканогенных формаций, с которыми связаны промышленные месторождения черных, цветных, редких и радиоактивных металлов.

Учитывая результаты поездки и важность поставленной задачи, нами представляется необходимым сделать ряд предложений и реком-

даций для усиления палеовулканологических-металлогенических исследований в Армянской ССР:

а) Проводить сопоставление результатов исследований вулканогенных и ассоцирующих с ними рудных формаций Армении и Румынии.

б) Расширить детальные формационные, фациальные, петрохимические, геохимические и геофизичеокие исследования в вулканических зонах республики и работы по палеовулканическим реконструкциям.

в) Уделить особое внимание исследованию металлоносности очаговых вулкано-тектонических структур, на фоне блоковой тектоники и трассирующих линеаментов, являющихся структурно-морфогенетическими критериями для обнаружения слепых рудных тел.

г) Усилить деловое содружество с союзными и зарубежными научными центрами.

д) Целесообразно организовать в будущем симпозиум по проблеме рудоносности вулканогенных формаций Кавказа с экскурсиями для осмотра разновозрастных вулканогенных формаций и ассоцирующих с ними месторождений и рудопроявлений вулканогенного типа.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 24.X.1973.

Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, 2, 107—108, 1974

НАУЧНАЯ ХРОНИКА

О. Г. МАДАНЯН, Р. А. САРКИСЯН

IV РЕГИОНАЛЬНОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО ТЕРМОБАРОГЕОХИМИИ ПРОЦЕССОВ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ

С 24 по 30 сентября 1973 г. в Ростове-на-Дону проходило IV региональное совещание по термобарогеохимии процессов минералообразования. Совещание было организовано по инициативе Северо-Кавказского научного центра высшей школы и Волго-Донского территориального правления Всесоюзного научно-технического горного общества. В его работе принимали участие представители (около 350 чел.) многих научных центров нашей страны: Москвы, Новосибирска, Киева, Львова, Ростова, Тбилиси и др., а также Польши, Румынии, Чехословакии и Монголии.

Совещание проходило в Ростовском государственном университете.

После пленарного заседания параллельно работали 5 секций, где рассматривались термодинамические факторы минералообразования, вопросы геохимии рудообразующих сред по включениям в минералах, перспективы развития петрологии магматических и метаморфических пород по включениям в минералах, прикладного использования результатов исследований включений в минералах, а также изложены новые методы и методики исследования геохимических систем включений в минералах.

На пленарном заседании с большим вниманием были выслушаны доклады председателя Советской Национальной секции «КОФФИ», профессора Н. П. Ермакова о температурах гомогенизации и декрепитации включений в познании динамики процессов глубинного минералообразования и использовании газово-жидких включений в геологической разведке, доктора геол.-мин. наук Ю. А. Долгова относительно исследований космогенного материала по включениям, Д. Н. Хитарова о химизме минералообразующих растворов и ряд других сообщений.

С интересными докладами выступили В. Н. Труфанов из РГУ, Ф. П. Мельников (МГУ), Б. О. Манучарянц (ИМГРЭ), Д. В. Аревадзе (КИМС), О. Г. Маданян (ИГН АН Арм. ССР) и др.

В выступлениях многих авторов затрагивались такие важные проблемы как гетерогенность фазовых равновесий в природных физико-химических системах, эволюция химизма флюидов во времени и пространстве, термодинамические барьеры минералообразования, агрегатное состояние и состав минералообразующих сред в космических телах и породах океанических глубин и некоторые другие вопросы, представляющие несомненный интерес для широкого круга геологов, минералогов, геохимиков и др.

На совещании было сделано всего 150 докладов.

Следует подчеркнуть, что в заключительной части совещания было обращено внимание участников на перспективность и целесообразность распространения и широкого применения в геологических исследованиях методов термобарогеохимии для получения дополнительных данных относительно физико-химических условий эндогенного минералообразования и динамики становления рудных тел и месторождений.

Небезынтересно отметить, что в выступлениях и в частных беседах указывалось на недостаточное внимание и применение термобарометрических методов в ряде республик и, в частности, в Армении, где имеется много рудных месторождений и их исследование с применением вышеуказанных методов представляет большой интерес.

Оргкомитет решил провести V Всесоюзное совещание по термобарогеохимии в 1977 году в гор. Уфе.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 19.X.1973.

Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, 2, 109—110, 1971

Э. Г. МАЛХАСЯН, Г. А. КАРАПЕТЯН

Х. Р. ВИНИ-ЭДВАРДС — ЛАУРЕАТ ПРЕМИИ ИМЕНИ Л. А. СПЕНДИАРОВА

В годы проведения Международных геологических конгрессов одному из лучших представителей той страны, где проходил Конгресс, присуждали единственную премию Конгресса — премию имени Л. Спендиарова.

Этой высокой наградой награждались ученые, внесшие значительный вклад в геологическую науку. Впервые (1900 г.) этой высокой чести был удостоен академик А. П. Карпинский. Премия им. Л. А. Спендиарова в различные годы была присуждена таким мыслителям геологической науки, как акад. Ф. Н. Чернышов, В. Бреггер, Дж. М. Кларк, Э. Арган, В. П. Батурин, Л. Р. Уэджер, С. Д. К. Рой и др.

15-ым лауреатом премии им. Л. А. Спендиарова стал выдающийся канадский геолог, профессор Кингстонского Королевского университета Хью Роберт Вини-Эдвардс.

Х. Р. Вини-Эдвардс родился в 1934 г., уроженец Монреаля, по происхождению канадец.

Х. Р. Вини-Эдвардс учился (1951—1955 гг.) в Абердинском университете (Шотландия), который окончил с отличием и получил ученую степень бакалавра наук. В 1957 г. ему присуждается ученая степень магистра искусств.

По окончании Университета, в 1955—1959 гг. Р. Х. Вини-Эдвардс работает в Королевском Университете Кингстон (Онтарио). С 1958 г. он работает в Куинском университете и возглавляет геологический факультет, здесь же в 1959 г. ему присваивается звание доктора философии.

В своей геологической деятельности он занимал ряд ответственных должностей. Был Советником директората геологии и горного дела в Уттар-Прадеше (Индия, 1964 г.), визитирующим профессором в Абердинском университете (1965—1966 гг.), визитирующим профессором в экономико-геологическом исследовательском центре в Иоганнесбурге (Южная Африка, 1972). Был советником-консультантом «гренвильского проекта» Квебекского управления природных ресурсов (1968—1972). Начиная с 1968 г. им было опубликовано более чем 40 статей, большинство которых посвящено геологии Гренвильской провинции Канадского щита. Одновременно с 1961 по 1968 гг. он являлся адъюнкт-профессором, а с 1968 по 1972 гг. — профессором Королевского университета.

Х. Р. Вини-Эдвардсом создана система сбора геологической информации в поле, причем в таком виде, что может быть прямо заложена в компьютер (ЭВМ); он специализируется в изучении метаморфических

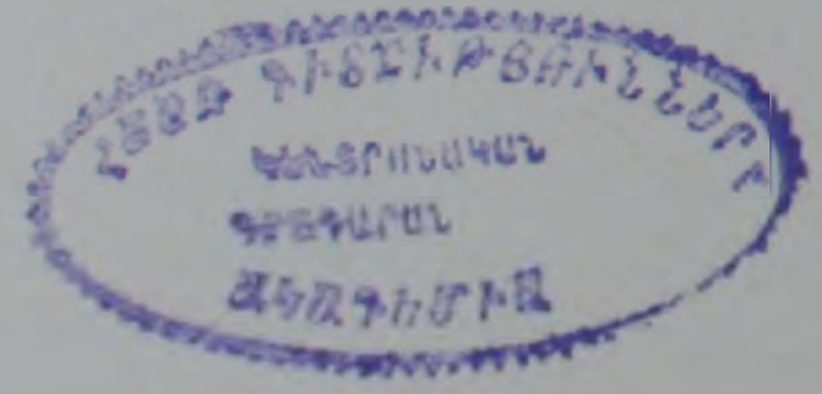
пород, региональной геологии. В 1971 г. им проводилась аэрофотосъемка двух основных ледяных пластов на северо-востоке Британской Колумбии.

Х. Р. Вини-Эдвардс ведет также большую научно-организационную работу. Он является членом Канадского Королевского общества, председателем Банкрофтского Комитета по премиям. Он—советник Ассоциации геологов Канады, член Канадского геонаучного общества, член геодинамического подкомитета, Комиссии по структурной геологии, издательства журнала «Precambrian research», Минералогического общества Канады, Американского, Норвежского и Французского геологических обществ, член Национального исследовательского комитета по международному научному обмену. Он являлся членом Оргкомитета XXIV Международного геологического Конгресса.

В настоящее время Х. Р. Вини-Эдвардс является зав. кафедрой геологии Кингстонского Королевского университета, где он сменил ушедшего в отставку проф. Вильяма Метьюза (1972 г.). Назначение Вини-Эдвардса на этот пост продолжило ту тесную взаимосвязь, которая существовала и ранее между Кингстонским и Колумбийским университетами, где Х. Р. Вини-Эдвардс работал и раньше.

Х. Р. Вини-Эдвардс одновременно является управляющим фирмы НВС.

В лице Р. Х. Вини-Эдвардса геологическая общественность имеет достойного представителя, носящего эту высокопочетную премию Конгресса — премию имени Л. А. Спендиарова.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 25.X.1973.