

ՀՄՍՀ ԳԱ Տեղեկագիր

ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ
НАУКИ О ЗЕМЛЕ
EARTH SCIENCES



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

ԽՄՐԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈՒՆԳԻՍ.

ՀՍՍՀ ԳԱ ակադ. Ա. Տ. Ասլանյան, տեխն. գիտ. թեկն. Ս. Վ. Բաղալյան,
ՀՍՍՀ ԳԱ թղթ.-անդամ Ա. Բ. Բաղդասարյան, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադ. Ա. Հ. Գաբրիել-
յան (պատասխանատու խմբագիր), երկրա-հանք. գիտ. դոկտ. Ա. Ի. Կառապետ-
յան, երկրա-հանք. գիտ. թեկն. Է. Խ. Ղուլյան, երկրա-հանք. գիտ. թեկն.
Բ. Մ. Մելիքսերյան, երկրա-հանք. գիտ. թեկն. Կ. Գ. Շիրինյան, երկրա-հանք.
գիտ. թեկն. Ռ. Տ. Միրիջանյան, Է. Ա. Ռոստոմովա (պատասխանատու քարտու-
ղար), ՀՍՍՀ ԳԱ թղթ.-անդամ Գ. Ի. Տեր-Ստեփանյան, երկրա-հանք. գիտ. թեկն.
Ա. Ս. Ֆառամալյան (պատասխանատու խմբագրի տեղակալ):

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Акад. АН АрмССР А. Т. Асланян, член-корр. АН АрмССР А. Б. Багдасарян, канд. техн. наук С. В. Бидалян, академик АН АрмССР А. А. Габриелян (ответственный редактор), канд. геол.-мин. наук Э. Х. Гулян, доктор геол.-мин. наук А. И. Каралетян, канд. геол.-мин. наук Б. М. Меликсетян, канд. геол.-мин. наук Р. Т. Мириджанян, Э. С. Ростомова (ответственный секретарь), член-корр. АН АрмССР Г. И. Тер-Степанян, канд. геол.-мин. наук А. С. Фармазян (зам. ответственного редактора), канд. геол.-мин. наук К. Г. Ширинян.

Խմբագրութեան հասցեն՝ 375019, Երևան 19, Մարշալ Բաղրամյանի պող., 24ա.
Адрес редакции: 375019, Ереван, 19, пр. Маршала Баграмяна. 24а

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

ԱՊՐ 409

Բ Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

Ա. Վ. Վարդանյան. Հայկական ՍՍՀ հարավային մասի հերցինյան երկրադինամիկան 3
 Մ. Բ. Հովմեցյան. Գեղամա վահանաձև զանգվածի արևելյան լանջի հին ուղիների վերականգնման մասին 11
 Ս. Վ. Մարտիրոսյան, Ռ. Հ. Բաղդասարյան, Վ. Զ. Սախառով, Ե. Ի. Մարկով. Փոքր կովկասի բազմամենտադային հանքավայրերից մեկի կառուցվածքային դիրքը տիեզերական նկարների սվյալներով 20
 Վ. Ռ. Բոլնազրյան. Աղստև գետի ավազանի (Հայկական ՍՍՀ) լանջերի սողանքային (բեկորային) խախտումները և դրանց ուսումնասիրման որոշ հարցեր 30
 Ռ. Հ. Թևազյան, Է. Հ. Հաբուրյունյան. Սևանա լճի մերկացած հողագրունտների մեջ արտահոսող ջրերի կողմից ծառերից լվացած քիմիական նյութերի մուտքի մասին 37
 Ն. Մ. Լույնչյան. Մասնատված բարձրաօճի շերտերի հատվածների չափերի որոշման մեթոդիկան 42

ՀԱՄԱՌՈՏ ՀԱՂՈՐԴՈՒՄՆԵՐ

Հ. Վ. Շահինյան, Ռ. Ա. Բուռնուրյան. Տարրերի կենսաբանական կլանման շարքերը տարրեր տիպի երկրաքիմիական լանդշաֆտներում 52
 Մ. Ռ. Ավագյան. Երկրի պատյանի եռաչափ ցրման ֆունկցիայի կառուցման հարցի շուրջը 56
 Ա. Վ. Չախարյան. Մոլիբդենիտի կատողա-անողային բևեռացումը 56
 Ս. Ս. Սիմոնյան. Ծեղքվածքավորության ազդեցությունը սեյսմաէլեկտրական էֆեկտի մեծության վրա 59
 Ա. Խ. Բաղդասարյան. Հազարի սեյսմաակտիվ գոտու երկրաշարժերի օջախների մեխանիզմը 62
 Վ. Վ. Բառնեցյան, Ս. Ս. Կուլմին, Վ. Պ. Թեոդակով. Հայաստանի կանխագուշակման փորձադաշտի պայմաններում ստորգետնյա ռադոնի դաշտի դինամիկայի որոշ առանձնահատկությունները 65
 Հ. Մ. Ավչյան, Ն. Զ. Տեր-Դավրյան, Ա. Վ. Մանուկյան. Քասախ—Հրազդանի հոսքի իգնիմորֆիտների ապարաֆիզիկական բնութագրերը 68
 Ա. Բ. Բաղդասարյան, Ս. Ա. Բաղդասարյան, Տ. Ա. Տրիֆոնովա. Հայկական ՍՍՀ նոր ազգային ատլասի մասին 71

ՔՆՆԱԴԱՏՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ԲԱՆԱՎԵՃ

Ա. Մ. Ավետիսյան, Կ. Ա. Զախարյան, Ա. Ա. Սահակյանի քննադատական դիտողությունների պատասխանը մեր «Հայկական ՍՍՀ սեյսմիկ կայանների գրանցումներով տեղի սեյսմիկ Ք-ալիքների կինեմատիկ առանձնահատկություններ» հոդվածի վերաբերյալ 71
 Ա. Ռ. Դավրյան. Հայկական ՍՍՀ Փամբակ գետի հովտի իգնիմորֆիտների հասակի հարցի վերաբերյալ 76

ԳՐԱՆՈՍԱԿԱՆՆԵՐ

Հ. Կ. Գաբրիելյան. Արժեքավոր գիրք խաչատուր Արովյանի մասին 78

СОДЕРЖАНИЕ

А. В. Варданян. Герцинская геодинамика юга территории Армянской ССР 3
 М. Б. Огмрцян. О реставрации палеорельефа восточного склона Гегамского щитовидного массива 11
 С. В. Мартиросян, Г. Р. Багдасарян, В. З. Сахотов, Е. И. Марков. Структурная позиция одного из полиметаллических месторождений Малого Кавказа по данным космических снимков 20
 В. Р. Бойнагрян. Оползневые (блоковые) нарушения склонов бассейна р. Агстев (Армянская ССР) и некоторые вопросы их изучения 30
 Р. Г. Реваян, Э. А. Айрапетян. Поступление химических веществ в почвогрунты со стоковыми водами с деревьез 37
 Е. М. Лулечян. Методика определения размеров разрывов разорванных высокоомных пластов 42

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

<i>Г. В. Шагинян, Р. А. Бурнутян.</i> Ряды биологического поглощения элементов в различных геохимических типах ландшафтов	48
<i>М. Р. Авакян.</i> К вопросу построения трехмерной диссипативной функции мантии Земли	52
<i>А. В. Захарян.</i> Катодно-анодная поляризация молибденита	56
<i>С. С. Симонян.</i> Влияние трещиноватости на величину сейсмoeлектрического эффекта	59
<i>А. Х. Баграмян.</i> Механизм очагов землетрясений Загросской сейсмоактивной зоны	62
<i>М. М. Басенцян, О. А. Кучмин, В. П. Рудаков.</i> Некоторые особенности динамики поля почвенного радона в условиях прогностического полигона Армении	65
<i>Г. М. Авчян, Н. З. Тер-Давтян, А. В. Манукян.</i> Петрофизическая характеристика игнимбритов Касах-Разданского потока	68
<i>А. Б. Багдасарян, А. А. Багдасарян, Т. А. Трифонова</i> О новом национальном атласе Армянской ССР	71

Критика и дискуссия

<i>А. М. Аветисян, К. А. Закарян.</i> Ответ на критические замечания Саакяна А. А. к статье «Кинематические особенности телесейсмических Р-волн по записям сейсмических станций Армянской ССР»	74
<i>А. Р. Давтян</i> К вопросу о возрасте игнимбритов долины р. Памбак Армянской ССР	76

РЕЦЕНЗИИ

<i>Г. К. Габриелян.</i> Ценная книга о Хачатуре Абовяне	78
---	----

CONTENTS

<i>A. V. Vardanian.</i> The Armenian SSR southern part Hercynian geodynamics	3
<i>M. B. Hognmertzian.</i> On the Guegham shield-like massif eastern slope paleorelief restoration	11
<i>S. V. Martirosian, H. R. Baghdasarian, V. E. Sakhatov, E. I. Markov.</i> The structural position of one of the Minor Caucasus polymetallic deposits by satellite photography data	20
<i>V. R. Boynagrian.</i> The landslide (block) deformations of the Aghstev river basin (Armenian SSR) slopes and some problems of their study	30
<i>R. H. Revazian, E. H. Hairapetian.</i> On the chemical substances entrance the Sevan lake exposed soil-grounds by drainage waters from the trees	37
<i>E. M. Lulechian.</i> The methods of high-ohm broken beds branches size determination	42

SHORT REPORTS

<i>H. V. Shahinian, R. A. Burnutian.</i> The series of elements biological absorption in different types of geochemical landscapes	
<i>M. R. Avakian.</i> On the Earth's mantle three-dimensional dissipative function construction	52
<i>A. V. Zakharian.</i> The molybdenite cathode-anode polarization	56
<i>S. S. Simonian.</i> The jointing influence on the seismic-electric effect value	59
<i>A. Kh. Baghrumian.</i> The Zagros seismic-active zone earthquakes foci mechanism	62
<i>M. M. Basentzian, O. A. Kuchmin, V. P. Rudakov.</i> Some peculiarities of the subsoil radon field dynamics in conditions of the Armenia prognostic polygon	65
<i>H. M. Avchian, N. Z. Ter-Davtian, A. V. Manukian.</i> The Kasakh-Hrazdan flow ignimbrites petrophysical characteristic	68
<i>A. B. Baghdasarian, A. A. Baghdasarian, T. A. Trifonova.</i> On a new national atlas of the Armenian SSR	71

CRITICISM AND DISCUSSION

<i>A. M. Avetislan, K. A. Zakarian.</i> A respond to criticism of A. A. Sahakian on our paper "Telesismic P-waves kinematical peculiarities by the Armenian SSR seismic stations records"	74
<i>A. R. Davtian.</i> On the problem of the Armenian SSR Pambak river valley ignimbrites age	76

REVIEWS

<i>H. K. Gabriellan.</i> A valuable book on Khachatur Abovian	78
---	----

А. В. ВАРДАНЯН

ГЕРЦИНСКАЯ ГЕОДИНАМИКА ЮГА ТЕРРИТОРИИ АРМЯНСКОЙ ССР

В выявлении герцинской геодинамики большую роль играли количественные характеристики режима вертикальных колебательных движений. Малые скорости вертикальных движений, амагматичность, а также отсутствие голоморфной складчатости в данном регионе, говорят о парагеосинклинальном режиме, царившем в герцинском цикле. Герциниды являются автохтонами, а современный их структурный облик—результат герцинского и альпийского тектогенеза.

Объектом для изучения режима вертикальных колебательных движений в герцинском цикле выбрана территория южной части Армянской ССР. По этому региону накоплен большой объем работ, касающихся разных аспектов геологии. Следует указать, что не все геологи однозначно подходят к вопросу геодинамической обстановки в герцинском цикле. Одни считают, что в указанном этапе здесь царили геосинклинальные условия [2, 3, 21], другие отдают предпочтение платформенным или субплатформенным условиям [6, 16].

Герцинский этап тектонического развития специально изучался и нами. Подробно рассматривались колебательные и складчатые движения, условия и механизм формирования некоторых складок и т. д., и конечные результаты были обобщены в ранних работах [9, 10, 11, 12, 13, 14]. Однако колебательные вертикальные движения, как основной тип тектонических движений, изучены недостаточно полно. Карты фаций отложений дают определенное представление о расположении крупных прогибов и поднятий, а карты мощностей—качественную оценку вертикальных движений.

Очевидно, вертикальные движения могут характеризоваться не только качественно, но и количественно, являясь таким образом важным признаком при реконструкции геодинамической обстановки той или иной зоны.

Для количественной оценки режима вертикальных движений разрабатывалась соответствующая методика, которая успешно применялась для ряда регионов СССР [15, 18, 24, 28, 30].

Исходя из цели статьи и используя вышеуказанную методику, ниже излагаются результаты изучения режима вертикальных колебательных движений.

После заключительных байкальских движений с начала герцинского цикла на первый план выступает борьба противоположно направленных движений—поднятия и прогибания. В частности, в Тавро-Кавказском поясе намечаются два прогиба, разделенных друг от друга Закавказским поднятием: Большой Кавказ на севере и Понт—южная Армения—Эльбурсский на юге [4, 22].

Разнонаправленность в характере вертикальных движений в Армении и местоположение разделяющего их шва четко определяются, начиная уже с девонского времени. Для удобства северную и восточную часть называли Армянской интрагеоантиклиналью (АИГА), а южную и западную—Араксинской интрагеосинклиналью (АИГС). Следует указать, что в пределах АИГА встречены верхнедевонские известняки [23] и верхнетриасовые песчанистые [25], а в базальных конгломератах нижнесенонских образований имеются гальки палеозойских пород (с плохой сохранностью фауны), наконец, верхнетриасовые известняки (Севанский офиолитовый пояс). Однако все эти породы представлены лишь в виде крупных и мелких обломков. Учитывая вышеприведенные факты, М. А. Сатян [25] подразумевает более обширную площадь средне-верхнепалеозойского морского бассейна, включая также Севанскую зону. Эти данные очень интересные, но необхо-

димы дальнейшие исследования с целью обнаружения коренных их выходов.

В герцинской тектонической истории АИГС могут быть выделены 3 основные стадии: ранняя (D_1 (?)— D_2), средняя (D_3 — C_1) и поздняя (P — T).

В начальном этапе исследований нами построены карты фаций и мощностей осадков (D_1 (?)— D_2 , D_3 — C_1 , P , T_{1-2} и T_3) в масштабе 1:600000. При исследовании колебательных движений В. В. Белоусов [7] указывает, что «... прогибание на платформе полностью компенсируется осадконакоплением» и далее «метод мощностей следует рассматривать как метод общего анализа развития колебательных движений». Далее, учитывая, что скорость прогибания определяется как частное от деления мощности на время, карты равных мощностей осадков (изопах) легко превращались в карты равных скоростей прогибания (изотах). Интервал времени для каждого подэтапа основывается на данных абсолютной геохронологической шкалы [5].

Ранняя стадия. D_1 (?)— D_2

В пределах АИГС и в сопредельных территориях непосредственных выходов D_1 образований неизвестно. Сведения о них основаны на данных опорной скважины у горы Велидаг, которая вскрыла толщу карбонатно-терригенных, частично метаморфизованных образований мощностью 1415 м [1, 2]. По понятным причинам судить о границе распространения D_1 моря не представляется возможным. Среднедевонские породы представлены карбонатной фацией мощностью 800—850 м [2], а в Загезуре они не известны.

Некоторая растяженность земной коры привела к тому, что в среднедевонские породы внедрились дайки и силлы габбродиабазов и диабазов. Поскольку подобный магматизм характерен для начальной стадии геотектонического цикла, дайки и силлы подобного состава в платформенных зонах, как правило, приурочены к их обрамлению [19].

В D_1 (?)— D_2 время от общей площади (около 17000 км²) исследуемой территории больше половины (55,4%) охвачено прогибанием. Скорость прогибания варьирует в больших пределах—от 0,005 до 0,06 мм/год и больше. Наибольшая скорость (0,04—0,06 мм/год) намечается по полосе сс. Карахач—Джувльфа, составляя 24% от всей площади.

Средняя стадия. D_3 — C_1

Средняя стадия насыщена тектоническими событиями. Начиная с D_3 времени, размеры АИГС значительно увеличиваются за счет соседней АИГА и площадь общего прогибания составляет около 60%. Граница между АИГС и АИГА четко вырисовывается в Загезуре в виде глубинного разлома (Хуступ-Гиратахский).

Внутри АИГС намечается 5 изолированных друг от друга ванн. В первых четырех прогибах (Араксинская зона) D_3 представлен терригенной и терригенно-карбонатной фацией мощностью 650—1150 м [2]. В Загезуре та же фация представлена лишь франским ярусом мощностью 300 м [23].

Отложения карбона—терригенно-карбонатные (турне) и карбонатные (визе), общей мощностью 350—680 м.

В структурном плане также произошли заметные изменения. В частности, намечается узкое близмеридиональное поднятие, разделяющее Загезурский и Нахичеванский прогибы. Очевидно, он является зачатком Анкаван-Загезурского геоантиклинального поднятия, на что ранее обратил внимание Л. Н. Леонтьев [21]. Четко вырисовывается также другое поперечное поднятие—Садарак-Мартуниинское.

В конце C_1 времени имели место восходящие движения (судетская фаза), вследствие чего АИГС с сопредельными регионами освобождает-

лись от водного покрова, и в течение $C_2—C_3$ времени здесь царили континентальные условия.

В $D_3—C_1$ время скорость прогибания земной коры составляет от 0,005 до 0,03 и больше $мм/год$, причем максимум скоростей намечается в указанных выше пяти ваннах (рис. 1).

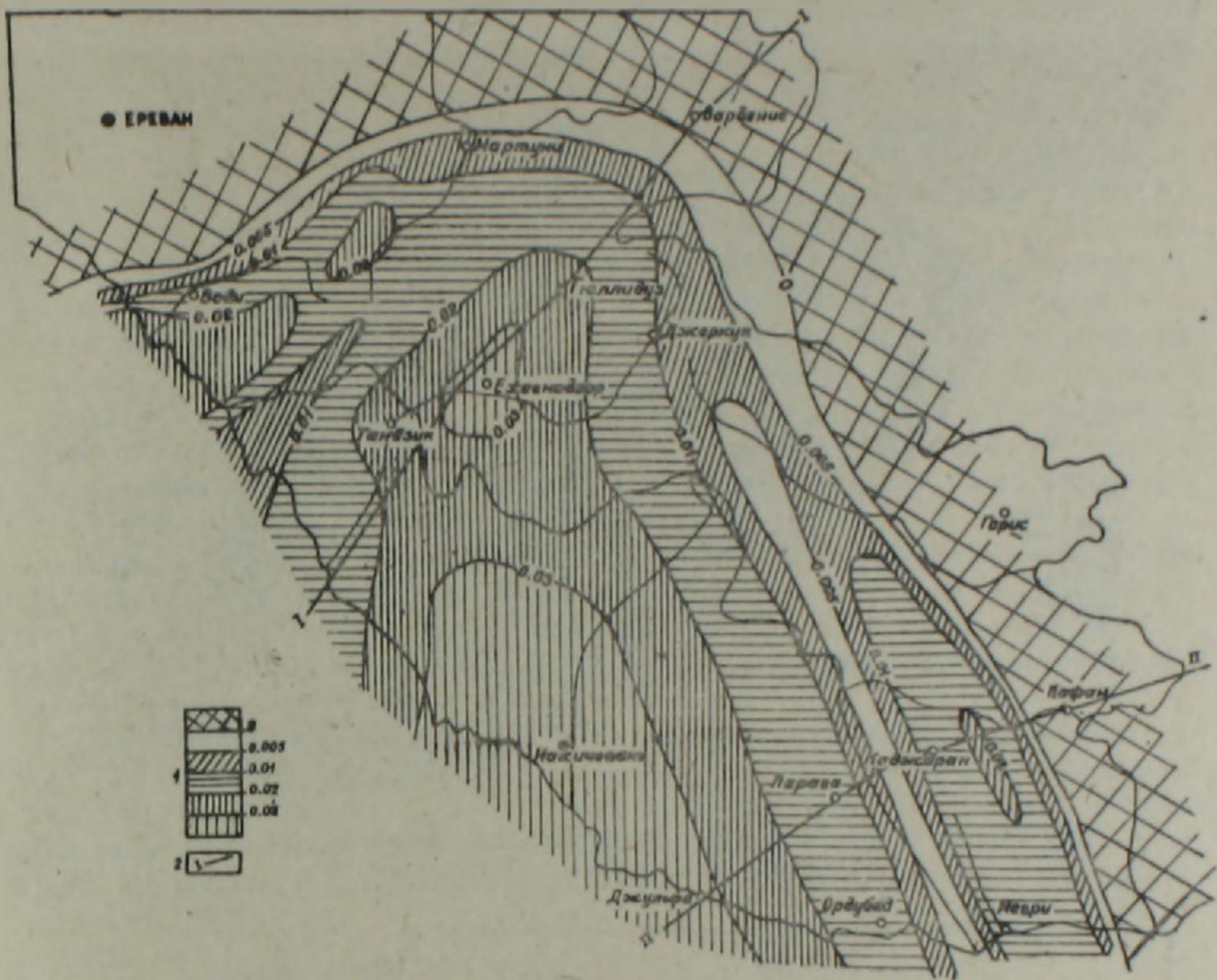


Рис. 1. Скорости прогибания за верхнедевонское и нижнекаменноугольное время ($40 \cdot 10^6$ лет).

1. Скорость прогибания. 2. Линии профилей.

Поздняя стадия. Р—Т

Пермская трансгрессия охватывает обширное пространство—около 66% от общей площади. Отложения перми представлены, главным образом, карбонатными фациями общей мощностью 350—900 м.

В Зангезуре пермь представлена только верхним отделом: это карбонатные отложения, мощностью 600 м, прорванные многочисленными дайками диабазовых порфиритов [23].

На рис. 2 четко виден ряд внутренних прогибов, скорость прогибания которых составляет 0,01—0,02 $мм/год$.

В нижне-среднетриасовое время площадь АИГС еще больше увеличивается, составляя 71%. Отложения представлены исключительно известняками мощностью 350—450 м.

В нижне-среднетриасовое время скорость прогибания земной коры еще больше замедляется, в среднем до 0,006 $мм/год$. Лишь в узком прогибе по направлению Джульфа-Лзизбеков намечается увеличение скоростей до 0,01 $мм/год$.

В верхнетриасовое время внутренний план АИГС заметно меняется и общая площадь моря резко сокращается, составляя около 42%. Благодаря медленному росту Садарак-Мартуниинского поднятия, внутри АИГС образовались 2 ванны с совершенно разными геологическими

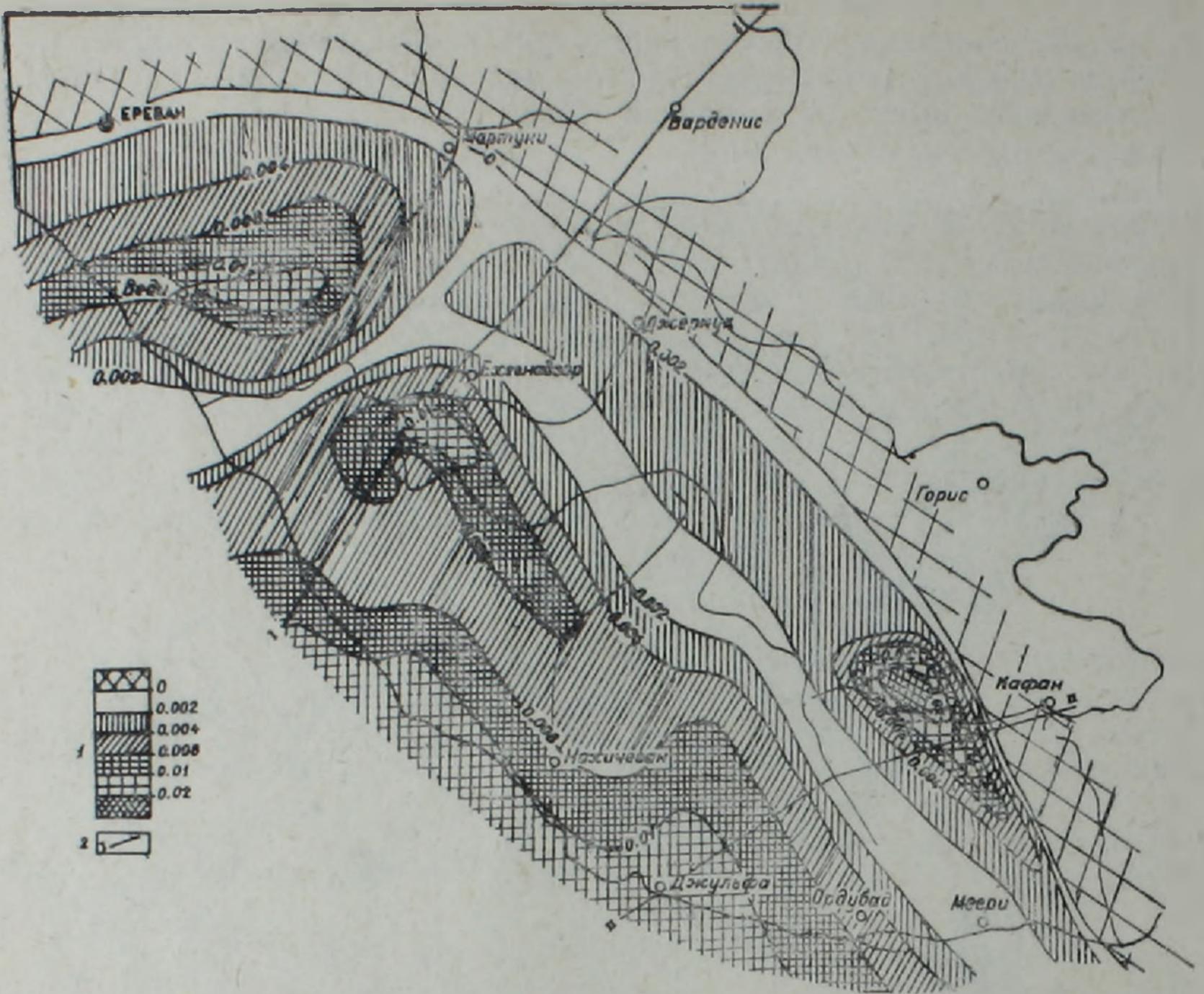


Рис. 2. Скорости прогибания за пермское время ($45 \cdot 10^6$ лет).
1. Скорость прогибания. 2. Линии профилей.

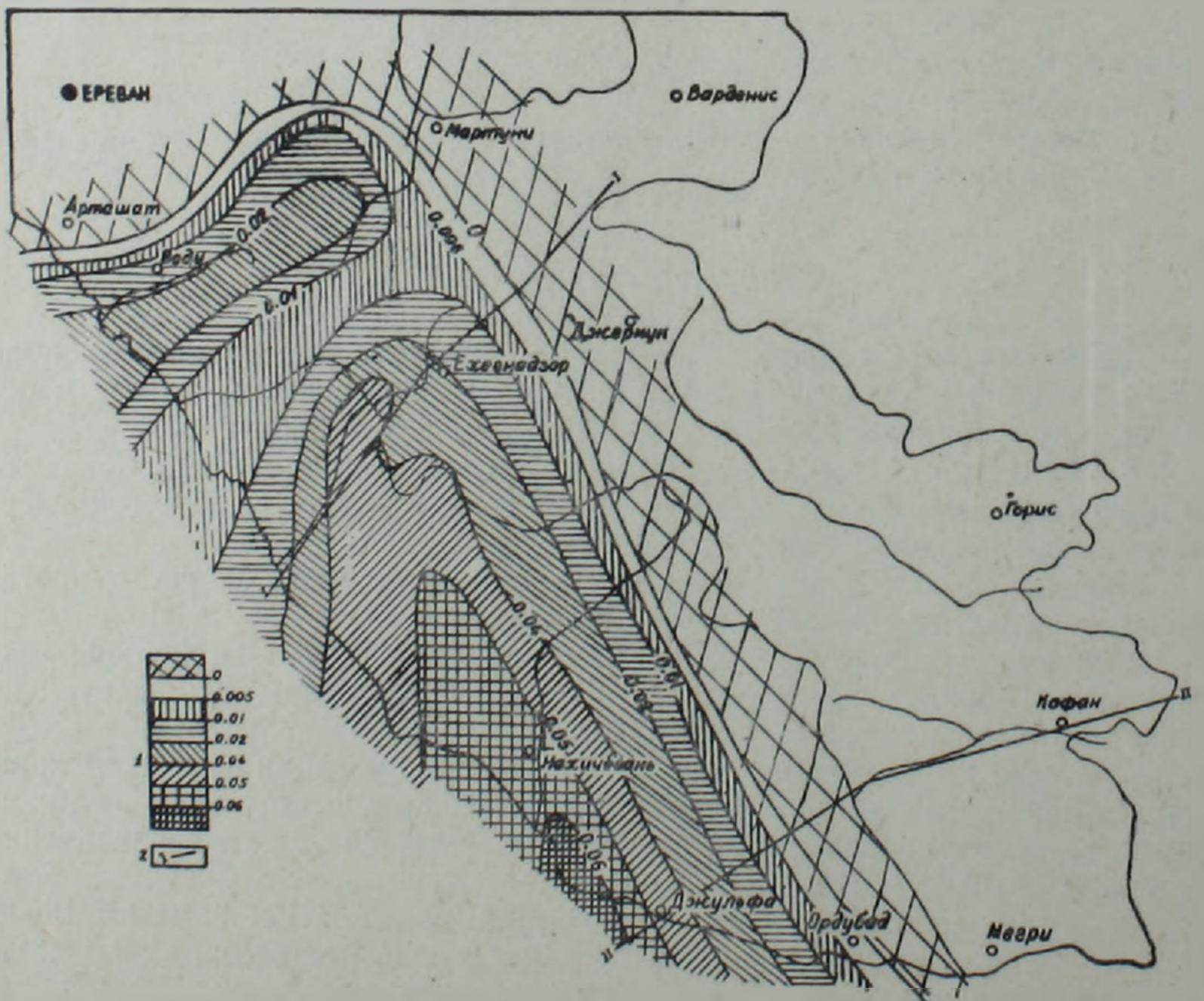


Рис. 3. Скорости прогибания за нижне-среднетриасовое время ($30 \cdot 10^6$ лет).
1. Скорость прогибания. 2. Линии профилей.

режимами. Северная ванна охватывает бассейн р. Веди, где накопились терригенные породы с пластами углей мощностью 500—700 м. Южная ванна более обширная, и здесь отлагались исключительно доломиты мощностью около 1000 м. Скорости прогибания в вышеуказанных прогибах доходят до максимального значения—0,02 мм/год в Вединском бассейне и 0,05—0,06 мм/год—в Нахичеванском (рис. 3). Возможно такое возрастание скоростей можно объяснить определением ее за отрезок времени в 2—3 раза меньший, чем все предыдущие.

Можно изобразить графически распределение исследуемой площади по различным интервалам скорости, где по оси абсцисс откладывались скорости (V), а по оси ординат $\Delta S/S$ % (рис. 4).

На рис. 4 приводятся 5 кривых, соответствующих выбранным интервалам времени. Эти кривые отражают изменение тектонического режима на территории во времени, причем обнаруживается сходство кривых 1 и 5 с одной стороны и 2,3,4—с другой. Кривая 1, соответствующая времени D_1 (?)— D_2 (т. е. доинверсионному этапу развития), резко спускается вначале до 0,006 мм/год и сравнительно плавно достигает 0,06 мм/год. Следовательно, исследуемая территория охвачена в это время прогибанием с довольно широким диапазоном скоростей. Такой же широкий диапазон скоростей от 0,001 до 0,05 мм/год виден и для кривой 5 (послеинверсионный этап развития), но здесь наблюдается почти равномерное распределение.

Таким образом, на рис. 4 видны 3 этапа развития АИГС в герцинском цикле: доинверсионный с максимальными значениями скоростей, инверсионный с минимальными их значениями и послеинверсионный вновь с большими скоростями, однако большая часть территории охвачена уже восходящими движениями.

По каждой кривой вычислялось среднее значение скорости с целью получить сжатую характеристику интенсивности режима нисходящих движений для каждого отрезка времени. Средняя скорость определялась методом средневзвешенного, чтобы учесть какая доля площади прогибается с той или иной скоростью. Средняя скорость вычислялась по формуле:

$$\bar{V} = \frac{\sum V_i \times \Delta S_i}{S} \quad [28] \text{ и приводится в табл. 1.}$$

Таблица 1
Вычисленные значения средневзвешенной скорости прогибания и дисперсий для разных отрезков времени

Время	\bar{V} мм/год	Д
D_1 (?)— D_2	0,01	0,08
D_3 — C_1	0,006	0,07
Р	0,002	0,04
T_{1-2}	0,001	0,01
T_3	0,009	0,015

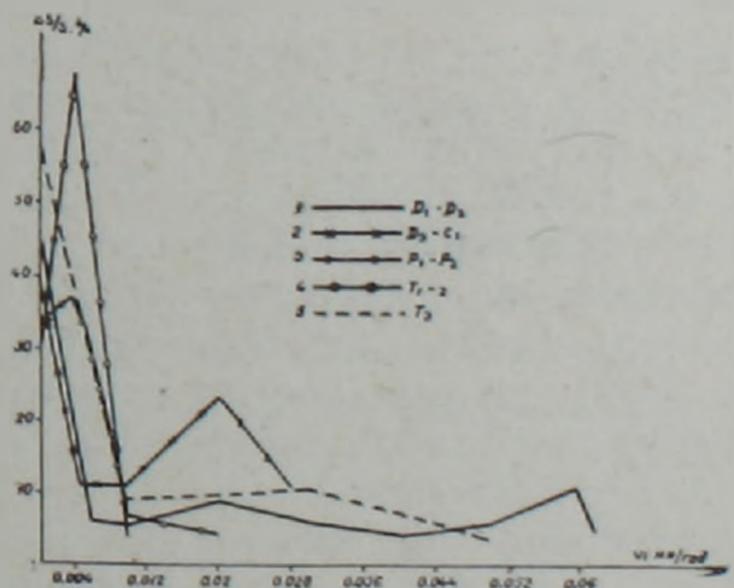


Рис. 4. График распределения площади по интервалам скоростей прогибания.

Наиболее высока средняя скорость на доинверсионном и послеинверсионном этапах (0,009—0,01 мм/год). Средний, инверсионный этап характеризуется низкими средними скоростями, колеблющимися в пределах 0,001—0,002 мм/год. Минимальных значений \bar{V} достигает в конце нижнего карбона.

Другой важной характеристикой колебательных движений является контрастность. Последняя может быть выражена через диспер-

сию, которая, как известно, показывает меру отклонения (или рассеяния) скоростей от вычисленного среднего значения [29]. Дисперсия вычислялась по формуле:

$$D = \frac{n}{n-1} \sum_{i=1}^n \frac{(V_i - \bar{V})^2 \times \Delta S}{S}$$

Показатель контрастности—дисперсия—меняется иначе. Высокие значения обнаруживаются на начальной (0,08 мм/год) и средней (0,07 мм/год) стадиях, а минимальные (0,01—0,015 мм/год)—на заключительной стадии.

Полученные количественные параметры показывают, что АИГС в течение герцинского цикла характеризовалась меньшими значениями скоростей вертикальных движений, а также дисперсией скоростей, что более характерно для платформ, чем для геосинклиналей [8].

Приведенные данные согласуются с эмпирической закономерностью—при увеличении продолжительности на порядок, скорость прогибания уменьшается также на порядок [18].

Вышеуказанные характеристики позволяют объективно оценить герцинскую геодинамику и дать непротиворечивое объяснение имеющемуся обширному фактическому материалу.

Исследуемая область в своем тектоническом развитии неразрывно связана с эволюцией Палеотетиса и его континентального обрамления.

Вся средне-верхнепалеозойская толща, общей мощностью около 4 км, отлагалась на протяжении 3 стадий в мелководных условиях и представлена главным образом карбонатными и терригенно-карбонатными и частично вулканогенными образованиями. Указанные шельфовые фации характерны также для прилегающих областей Турции и Ирана [6, 26, 27, 30].

Выделяются два типа формационно-тектонических комплексов, которые составляют один эволюционный ряд: 1) D₁—нижнетерригенный (базальный); 2) D₂—нижнекарбонатный; 3) D₃—C₁; верхнетерригенный; 4) P—T₂—верхнекарбонатный и T₃—молассовый.

Колебательные движения земной коры обусловили определенную дифференциацию фаций и мощностей указанных отложений, а незначительный размах, контрастность и скорость этих движений указывают на минимальную возбужденность глубинных процессов в литосфере. Вследствие общей инверсии, исследуемая область превращалась в срединный массив и свои геоангклинальные тенденции сохранила также в последующем альпийском цикле.

Маловозбужденность земной коры выражалась также в амагматичности всей области. Отсутствие офиолитового комплекса, да и однообразный и слабый магматизм (в виде силл и даек), не позволяют говорить о классически едином тектоно-магматическом цикле—не обнаруживается стадийность их проявления. Полностью отсутствует такое внутрикоровое явление как гранитизация. Относительно повышенный магматизм, связанный с судетской фазой, проявляется лишь в конце C₁ времени (куполовидное тело трахиандезитового состава г. Шамам, Малевская гранитоидная интрузия в пределах АИГС, небольшие тела гранитоидов и кварцевых диоритов—в АИГА).

М. А. Сатиан [25] приводит интересные данные зарубежных геологов относительно вулканизма в средне-верхнем палеозое на территории Турции и Ирана. Так, в окрестностях Бурсы и Амасии известны вулканы основного состава и граувакки, на восточном Понте—красные аркозы, ортокварциты, известняки с пачками андезитов, туфов и кислых лав пермо-карбонового возраста. Вулканы в районе г. Эрзинджан предположительно имеют тот же возраст, а основные лавы в центральной части Эльбурса обнаружены в разрезе перми.

В связи с важностью вопроса о наличии вулканизма на изучаемой

территории, необходимы специальные исследования в этом плане, а до тех пор будем считать герциниды амагматичными.

Складчатые движения рассматриваются как производные от вертикальных колебательных движений. Отсутствуют крупные орогенические фазы, за исключением, пожалуй, олять-таки судетской. Складчатость в герцинидах по своему типу и характеру никак не совместима с типично геосинклинальной—полной или голоморфной. Имеются лишь глыбовые брахискладки и складки нагнетания.

Привлекает внимание и то обстоятельство, что в герцинидах никак не проявляются складчато-покровные структуры, о чем свидетельствует отсутствие чешуй, крупных надвигов, а также сопутствующих им олистостромовых комплексов. Не имеются также признаки крупных горизонтальных перемещений отдельных блоков земной коры.

Интересные данные приведены в монографии М. А. Жаркова [20]. По мнению автора, подавляющим большинством сопредельных палеозойских бассейнов были морские эпиконтинентальные моря внутри континентов. Такое их размещение устанавливается при любых реконструкциях как без учета, так и с учетом дрейфа континентов.

Вышеприведенные факты позволяют сделать заключение об автохтонном залегании палеозойских толщ и указывают, что в течение герцинского цикла в данном регионе существовали условия, которые были аналогичны скорее парагеосинклинальным, по определению В. В. Белоусова [8].

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 8. V. 1987.

Ա. Վ. ՎԱՐԿԱՆՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ՀԱՐԱՎԱՅԻՆ ՄԱՍԻ ՀԵՐՑԻՆՅԱՆ ԵՐԿՐԱԳԻՆԱՄԻԿԱՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ողղաձիգ տատանողական շարժումների ուսումնասիրությունը վճռորոշ դեր է խաղում երկրագիտական որոշ հարցերի պարզաբանման համար: Նման ուսումնասիրման են ենթարկվել հերցինյան շարժումները Հայկական ՍՍՀ հարավային մասում գտնվող Արաքսի ինտրագեոսինկլինալի օրինակով:

Տատանողական ողղաձիգ շարժումների ռեժիմի բնութագրման համար հույժ կարևոր են ոչ միայն որակական, այլ նաև քանակական տվյալները: Վերջիններս հաշվարկված թվային ցուցանիշներ են, որոնք արտահայտում են շարժումների միջին արագություններն ու նրանց հաստատունն՝ արտահայտված դիսպերսիայով: Այս տվյալները ցույց են տալիս, որ Արաքսի ինտրագեոսինկլինալը հերցինյան փուլում ունեցել է դարգացման 3 էտապ. մինչինվերսիոն (արագությունների առավելագույն արժեքներով՝ 0,01 մմ/տարի), ինվերսիոն (միջին արագությունները կալմում են 0,01—0,0006 մմ/տարի) և հետինվերսիոն (դարձյալ մեծ արագություններով՝ 0,009 մմ/տարի):

Տատանողական շարժումների վերժանման համար մյուս կարևոր չափանիշն էլ նրանց հակադրականությունն է: Հաշվարկները ցույց են տալիս, որ դիսպերսիայի բարձր արժեքները բնորոշ են ինտրագեոսինկլինալի զարգացման սկզբնական (0,08 մմ/տարի), և միջին (0,07 մմ/տարի) փուլերի համար, իսկ նվազագույնը (0,01—0,015 մմ/տարի)՝ եզրափակիչի:

Վերոհիշյալ փաստարկները խոսում են այն մասին, որ հերցինյան փուլում Արաքսի ինտրագեոսինկլինալն ունեցել է տատանողական շարժումների նվազագույն արագություններ և հակադրականություն, որոնք և գերազան-

ցապես բնորոշ են պլատֆորմաներին: Հաշվի առնելով նշվածը, ինչպես նաև այն հանգամանքը, որ Հերցինիդներում լիովին բացակայում է հրաբխականությունը, գրանիտացման երևույթներ չեն դիտվում, իրավունք է վերապահվում ասելու, որ միջին-վերին պալեոզոյում քարեպատյանի խորքային պրոցեսներն ունեցել են նվազագույն լարվածություններ: Հերցինիդները դուրկ են նաև գեոսինկլինալներին բնորոշ ծալքավորությունից: Մալթերն այստեղ իրենց ձևաբանական տեսքերով առավել նման են պլատֆորմայիններին: Բացակայում են նաև ծալքավոր-ծածկոցային կառույցները, վրաշարժերը, օլիստոստրոմային երևույթներն, ինչպես նաև երկրակեղևի խոշոր բեկորների հորիզոնական տեղաշարժերը:

Այսպիսով, միջին-վերին պալեոզոյան ողջ հաստվածքը (մոտ 4 կմ հզորությամբ) ունի ավտոքտոն բնույթ և որոշակիորեն առաջացել է պարագենոսինկլինալային պայմաններում:

A. V. VARDANIAN

THE ARMENIAN SSR SOUTHERN PART HERCYNIAN GEODYNAMICS

A b s t r a c t

The vertical oscillating movements regime quantitative characteristics determination has been of a great importance for revealing the Hercynian geodynamics. The vertical movements low velocities, amagmaticity as well as the absence of the holomorphous folding in the region allow to consider a parageosyncline regime during Hercynian. The Hercynides are autochthonous and their modern structural appearance is a result of Hercynian and Alpine tectogenesis.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азизбеков Ш. А. Геология Нахичеванской АССР. Баку: Госгеолтехиздат, 1961. 502 с.
2. Аракелян Р. А., Малхасян Э. Г., Мкртчян С. С., Паффенгольц К. Н., Шахмуратов К. Г. Геологический очерк Армянской ССР. (Объяснительная записка к геологической карте м-ба 1:600000). Ереван: Изд. АН АрмССР, 1975. 174 с.
3. Асланян А. Т. Региональная геология Армении. Ереван: Айпетрат, 1958. 430 с.
4. Атлас литолого-палеогеографических карт Русской платформы. Часть I. М.—Л.: Госгеолтехиздат, 1961.
5. Афанасьев Г. Д. Магматические формации и общие проблемы геологической петрологии. (Избранные труды). М.: Наука, 1981, 438 с.
6. Белов А. А. К истории тектонического развития северной окраины Иранской эпипайкальской субплатформы на Малом Кавказе.—Изв. АН СССР, сер. геол.-гич., 1968, № 10, с. 34—48.
7. Белоусов В. В. Основные вопросы геотектоники. Изд. 2-ое. М.: Госгеолтехиздат, 1962, 608 с.
8. Белоусов В. В. Основы геотектоники. М.: Недра, 1975, 262 с.
9. Варданян А. В. Мелкая складчатость в Зовашенской антиклинали.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1968, № 1—2, с. 180—174.
10. Варданян А. В. О новом направлении в изучении тектоники Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1968, № 4, с. 45—53.
11. Варданян А. В. Условия и механизм формирования Кадрлинской и Советашенской антиклиналей. Автореф. дисс. на соиск. учен. степени канд. геол.-мин. наук, Баку, Ин-т геол. АН АзербССР, 1969, 19 с.
12. Варданян А. В. Условия и механизм формирования Советашенской антиклинали.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1969, № 1, с. 79—80.
13. Варданян А. В. Разломно-блоковая тектоника Урц-Вайоцдзора.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1976, № 6, с. 35—44.
1. Варданян А. В., Анимян Э. В. Геологическая интерпретация сквозного профиля территории Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1975, № 1, с. 27—32.

15. *Варданянц Л. А.* Изотохи (линии равных скоростей осадконакопления) как основа тектонических исследований нового типа.—В кн.: Материалы по общей и региональной тектонике (труды ВСЕГЕИ, вып. 85), 1963, с. 109—117.
16. *Габриелян А. А., Саркисян О. А., Симонян Г. П.* Сейсмотектоника Армянской ССР. Ереван: Изд. Ер. гос-унта, 1981, 283 с.
17. Геология СССР. Том 43, Армянская ССР (геологическое описание) М.: Наука, 1970, 463 с.
18. *Гзовский М. В., Крестников В. А., Рейснер Г. И.* Геологические методы количественной характеристики среднего градиента скорости вертикальных тектонических движений (изменений наклона) земной коры и некоторые результаты их применения.—Изв. АН СССР, сер. геофиз., 1959, № 8, с. 1147—1156.
19. *Ефремова С. В.* Дайки и эндогенное оруденение. М.: Недра, 1983, 224 с.
20. *Жарков М. А.* История палеозойского соленакопления. Новосибирск: Наука, 1978, 272 с.
21. *Леонтьев Л. Н.* Тектоническое строение и история геотектонического развития Малого Кавказа.—Бюлл. МОИП. Отд. геол., 1949, т. XXIV (4), с. 48—64.
22. *Муратов М. В.* История тектонического развития альпийской складчатой области юго-восточной Европы и Малой Азии.—Изв. АН СССР, сер. геол., 1962, № 2, с. 3—24.
23. *Нисанян Г. Б.* Литология средне-верхнепалеозойских и триасовых отложений Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1986, 190 с.
24. *Рейснер Г. И.* Построение карт градиентов скорости вертикальных тектонических движений земной коры на примере Тянь—Шаня.—Изв. АН СССР, сер. геофиз., 1960, № 9, с. 1316—1320.
25. *Сатиан М. А.* Офиолитовые прогибы Мезотетиса. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1984, 195 с.
26. *Степанов Д. А.* Стратиграфия палеозоя Ирана.—Бюлл. МОИП, Отд. геол., 1969, № 1, с. 27—42
27. *Стонли Р.* Развитие континентальной окраины древнего Тетиса.—В кн.: Геология континентальных окраин. М.: Мир, 1979, с. 248—264.
28. *Шолпо В. Н.* Количественные критерии оценки режима вертикальных движений.—Геотектоника, 1969, № 2, с. 38—51.
29. *Шолпо В. Н.* Альпийская геодинамика Большого Кавказ. М.: Недра, 1978, 173 с.
30. *Штеклин И.* Древняя континентальная окраина в Иране.—В кн.: Геология континентальных окраин. М.: Мир, 1979, с. 230—247.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLI, № 1, 11—19, 1988

УДК: 551.248.1 (479.25)

М. Б. ОГМРЦЯН

О РЕСТАВРАЦИИ ПАЛЕОРЕЛЬЕФА ВОСТОЧНОГО СКЛОНА ГЕГАМСКОГО ЩИТОВИДНОГО МАССИВА

В статье кратко описываются генетические типы выявленных равнинных и высоких (горстоподобных) подлавовых рельефов восточного склона Гегамского щитовидного массива, соответственно с относительными превышениями от 100 до 300—350 м и от 650 до 700 м над прибрежной равниной оз. Севан.

Известно, что на протяжении всей геологической истории развития Армянское нагорье представляло собой развивающуюся подвижную зону с многостадийным проявлением тектоники и вулканизма. Рельеф переходил из одного режима развития в другой. В этом и заключается смысл палеогеоморфологических толкований о том, именно, какие типы рельефа имелись и как они развивались под воздействием эндогенных процессов рельефообразования.

Как показывают последние работы по применению палеогеоморфологических методов у нас в стране и за рубежом, изучение древних рельефов открывает перспективы как для поиска полезных ископаемых так и для выяснения этапов в истории развития рельефа.

Считаем нелишним подчеркнуть, что восстановление палеоусловий для более древних (меловых, юрских) стратиграфических уровней позволило бы более реально представить континентальный, континентально-морской режимы развития Армянского нагорья и выбрать правильное направление для его глубинного геологического картирования (ГГК).

15. *Варданянц Л. А.* Изотохи (линии равных скоростей осадконакопления) как основа тектонических исследований нового типа.—В кн.: Материалы по общей и региональной тектонике (труды ВСЕГЕИ, вып. 85), 1963, с. 109—117.
16. *Габриелян А. А., Саркисян О. А., Симонян Г. П.* Сейсмотектоника Армянской ССР. Ереван: Изд. Ер. гос-унта, 1981, 283 с.
17. Геология СССР. Том 43, Армянская ССР (геологическое описание) М.: Наука, 1970, 463 с.
18. *Гзовский М. В., Крестников В. А., Рейснер Г. И.* Геологические методы количественной характеристики среднего градиента скорости вертикальных тектонических движений (изменений наклона) земной коры и некоторые результаты их применения.—Изв. АН СССР, сер. геофиз., 1959, № 8, с. 1147—1156.
19. *Ефремова С. В.* Дайки и эндогенное оруденение. М.: Недра, 1983, 224 с.
20. *Жарков М. А.* История палеозойского соленакопления. Новосибирск: Наука, 1978, 272 с.
21. *Леонтьев Л. Н.* Тектоническое строение и история геотектонического развития Малого Кавказа.—Бюлл. МОИП. Отд. геол., 1949, т. XXIV (4), с. 48—64.
22. *Муратов М. В.* История тектонического развития альпийской складчатой области юго-восточной Европы и Малой Азии.—Изв. АН СССР, сер. геол., 1962, № 2, с. 3—24.
23. *Нисанян Г. Б.* Литология средне-верхнепалеозойских и триасовых отложений Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1986, 190 с.
24. *Рейснер Г. И.* Построение карт градиентов скорости вертикальных тектонических движений земной коры на примере Тянь—Шаня.—Изв. АН СССР, сер. геофиз., 1960, № 9, с. 1316—1320.
25. *Сатиан М. А.* Офиолитовые прогибы Мезотетиса. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1984, 195 с.
26. *Степанов Д. А.* Стратиграфия палеозоя Ирана.—Бюлл. МОИП, Отд. геол., 1969, № 1, с. 27—42
27. *Стонли Р.* Развитие континентальной окраины древнего Тетиса.—В кн.: Геология континентальных окраин. М.: Мир, 1979, с. 248—264.
28. *Шолпо В. Н.* Количественные критерии оценки режима вертикальных движений.—Геотектоника, 1969, № 2, с. 38—51.
29. *Шолпо В. Н.* Альпийская геодинамика Большого Кавказ. М.: Недра, 1978, 173 с.
30. *Штеклин И.* Древняя континентальная окраина в Иране.—В кн.: Геология континентальных окраин. М.: Мир, 1979, с. 230—247.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLI, № 1, 11—19, 1988

УДК: 551.248.1 (479.25)

М. Б. ОГМРЦЯН

О РЕСТАВРАЦИИ ПАЛЕОРЕЛЬЕФА ВОСТОЧНОГО СКЛОНА ГЕГАМСКОГО ЩИТОВИДНОГО МАССИВА

В статье кратко описываются генетические типы выявленных равнинных и высоких (горстоподобных) подлавовых рельефов восточного склона Гегамского щитовидного массива, соответственно с относительными превышениями от 100 до 300—350 м и от 650 до 700 м над прибрежной равниной оз. Севан.

Известно, что на протяжении всей геологической истории развития Армянское нагорье представляло собой развивающуюся подвижную зону с многостадийным проявлением тектоники и вулканизма. Рельеф переходил из одного режима развития в другой. В этом и заключается смысл палеогеоморфологических толкований о том, именно, какие типы рельефа имелись и как они развивались под воздействием эндогенных процессов рельефообразования.

Как показывают последние работы по применению палеогеоморфологических методов у нас в стране и за рубежом, изучение древних рельефов открывает перспективы как для поиска полезных ископаемых так и для выяснения этапов в истории развития рельефа.

Считаем нелишним подчеркнуть, что восстановление палеоусловий для более древних (меловых, юрских) стратиграфических уровней позволило бы более реально представить континентальный, континентально-морской режимы развития Армянского нагорья и выбрать правильное направление для его глубинного геологического картирования (ГГК).

Вопросы палеогеографии Армянского нагорья освещены многими авторами [1, 2, 4, 5, 6 и др.]. Но работы по реставрации его палеорельефов остаются пока неусовершенствованными. Накопленный большой фактический материал в настоящее время позволяет приступить к этой важной проблеме. В данной статье мы кратко рассматриваем эту проблему на примере восточного склона Гегамского щитовидного массива [4]. Однако, по-прежнему сложным остается вопрос определения мощностей лавовых покровов, которыми бронировано около 20% территории Армянского нагорья. Мощность лавового покрова или потока может быть вычислена: а) по величине вреза русла реки в лавовый покров, б) по данным геофизики (ВЭЗ) и бурения.

Большое значение для реставрации имеет также изучение и картирование аккумулятивных и аккумулятивно-террасовых отложений. Интерпретация этого вида материала достаточно хорошо выясняет как последовательность излияния лав, так и этапы осадконакопления.

При восстаковлении палеорельефа, его абсолютных и относительных превращений должен быть выбран исходным какой-то рельеф, относительно которого делаются все восстановительные вычисления. За исходный (нулевой) рельеф здесь мы приняли уровень прибрежной равнины оз. Севан, относительно которого вычисляли превращения и составили карту, показывающую расположение палеорельефов восточного склона Гегамского щитовидного массива в нижнем плиоцене (см. рис. 3).

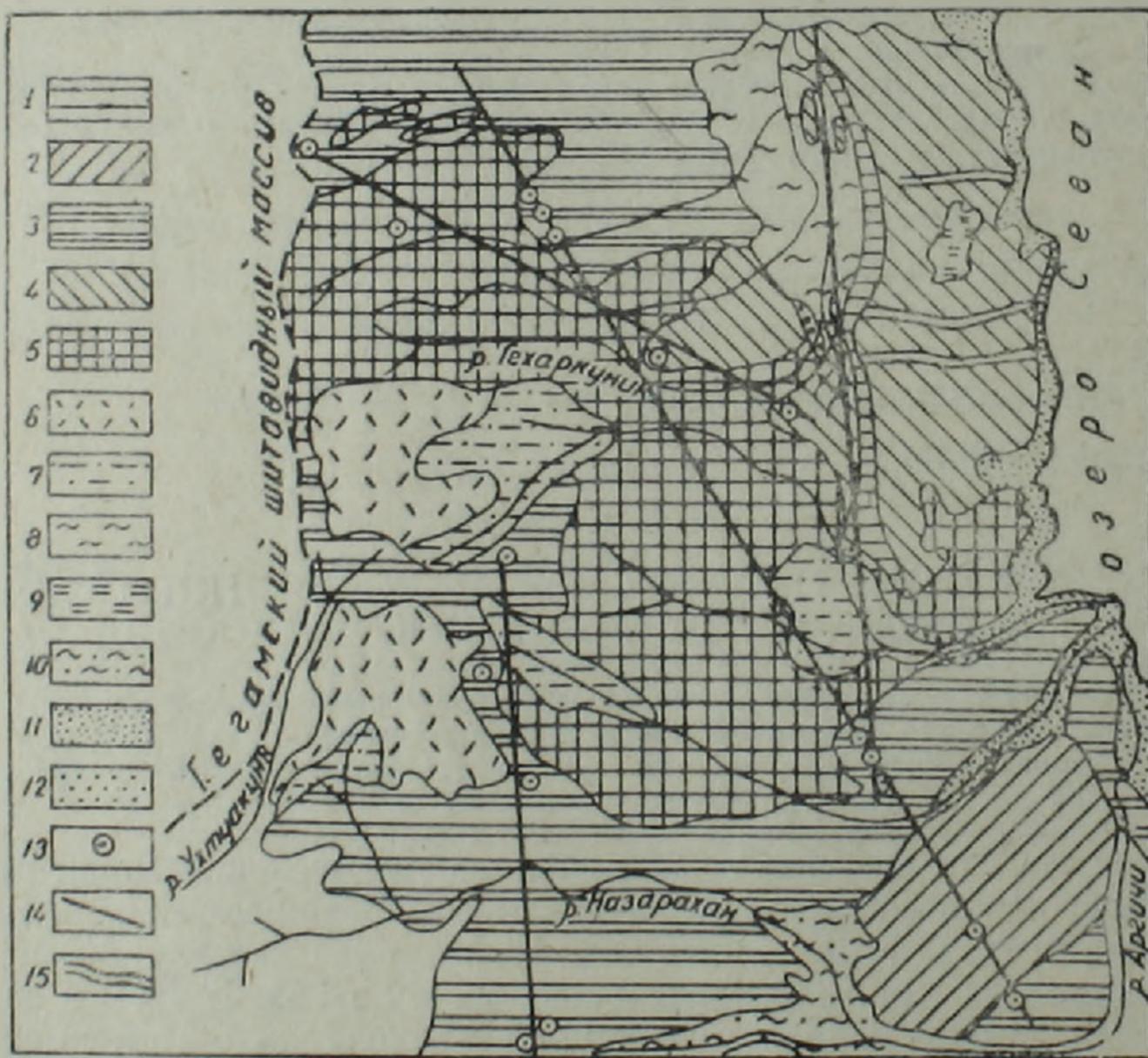


Рис. 1. Схематическая геоморфологическая карта восточного склона Гегамского щитовидного массива.

Генетические категории. Тектонический рельеф: 1—созданный сбросовыми дислокациями. Вулканический рельеф: 2—созданный лавами верхнего плейстоцена; 3—созданный лавами среднего и позднего плейстоцена; 4—созданный лавами раннего плейстоцена; 5—созданный лавами среднего плиоцена. Денудационный рельеф: 6—созданный эрозионно-денудационными и 7—нивалью-гравитационными процессами. Аккумулятивный рельеф: 8—наклонная Саруханская равнина; 9—бессточная Манычарская равнина; 10—Аргичинская равнина; 11—прибрежно-озерная равнина; 12—террасированные озерно-дельтовые пески; 13—четвертичные вулканы; 14—разломы; 15—древние русла рек.

При реконструкции палеогеоморфологических условий нижнего плиоцена в качестве основных исходных материалов использовались: геоморфологическая карта исследуемого района (рис. 1), топографическая карта, на которой проводили все схематические построения и цифровые вычисления, и карта равных лавовых мощностей, составленная Электроразведочной партией по данным ВЭЗ.

В нижнеплиоценовое время, как показывает карта подлавового рельефа, были широко развиты как аккумулятивные равнины, равнины лагуно-озерного и озерно-дельтового происхождения, так и эрозионно-денудационные возвышенности и локальные поднятия, то есть рельеф был контрастным. Относительные высоты от 100—120 м для пологих равнин достигали 650—700 м для высоких вершин и их склонов. Равнины плавно переходили в возвышенности, а последние в высокие вершины. Небольшую высоту—700 м в то время имела центральная водораздельная часть Гегамского щитовидного массива, которая в пространстве выглядела в виде горста.

В предгорстовой зоне были развиты и низменные равнины, расположенные ниже выбранного нами исходного рельефа. Палео-Саруханская низменная равнина, например, расположенная в районе сел. Кармир-гюх, Сарухан, Гехаркуник и Верин Геташен, находится на 30—40 м ниже дна оз. Севан. Ее поверхность неодинаково ровная. Выявляются эрозионные ложбины и аккумулятивные валы. В районе сел. Батикян и Цахкашен, например, она имеет чашеобразную форму. А южнее и юго-восточнее с. Сарухан и у с. Гехаркуник ее поверхность, постепенно повышаясь, переходит в палеонаклонные склоны со свойствами им морфогенетическими типами рельефа. Наличие обнажений песков и глин здесь указывает на то, что в озерно-континентальный этап развития миоплиоценового рельефа береговая линия древнего водоема (просевана) подвинулась далеко на юг, по берегам которого и откладывались озерно-дельтовые аккумулятивные пески.

С геоморфологической точки зрения Палео-Саруханская низменная равнина, погребенная под неоген-четвертичными лавами, является своеобразным супербассейном для подземных вод. При этом, как уже отметили, ее поверхность расположена ниже дна оз. Севан. Такое обратное соотношение этих двух поверхностей—дна озера и низменной равнины основательно нарушает направление подземного стока и не дает ему дойти до оз. Севан. Наоборот, инфильтруясь глубоко, подземные воды остаются в пределах этой низменности, и вполне реально полагать, что в данном районе происходит обратный процесс подземного стока воды из озера в сторону этой низменности, что является одной из многочисленных причин, приводящих к частичному спаду уровня озера Севан.

К Палео-Саруханской низменности с юго-востока, севера и северо-запада примыкает слабо приподнятая Палео-Манычарская денудационно-аккумулятивная и абразионная равнина, покрытая плиоцен-четвертичными манычарскими лавами (рис. 3). Она занимает близмеридиональное положение и имеет асимметричное строение: пологий северный и крутой южный склон, что, вероятно, обусловлено Гехаркуникским разломом, который вдоль правобережья р. Камо выражен в виде сброса. Относительные отметки Палео-Манычарской равнины составляют 100—110 и 80—90 м. Заполнена она аллювиально-озерными и терригенно-обломочными отложениями. Рельеф равнинный, но дифференцированный с незначительным региональным уклоном в сторону оз. Севан. Здесь выделяются пониженные участки, осложненные эрозионными желобами, куда, вероятно, протягивались подводные русла мио-плиоценовых рек.

Водообмена между данной равниной и оз. Севан не происходит, поскольку подземный сток по пути к озеру поглощается Палео-Саруханской низменностью, опоясывающей ее с трех сторон. А сток с озе-

ра в равнину также не может проходить, так как равнина гипсометрически расположена выше уровня оз. Севан.

К Палео-Саруханской низменности с юга и юго-запада подходит другая, уже озерно-дельтовая Палео-Цахкашенская, так ее назовем, равнина, погребенная под неоген-четвертичными покровными лавами. Она наклонена в сторону этой низменности, подчеркивая этим самым, что в нижнем плиоцене она представляла зону аккумуляции озерно-дельтового материала. Относительные высоты равнины отмечаются от 39 до 88 м. Она находилась на 55—60 м выше Палео-Саруханской низменности. А над ней же возвышался эрозионно-денудационный рельеф с отметками 300—315 м (рис. 2).

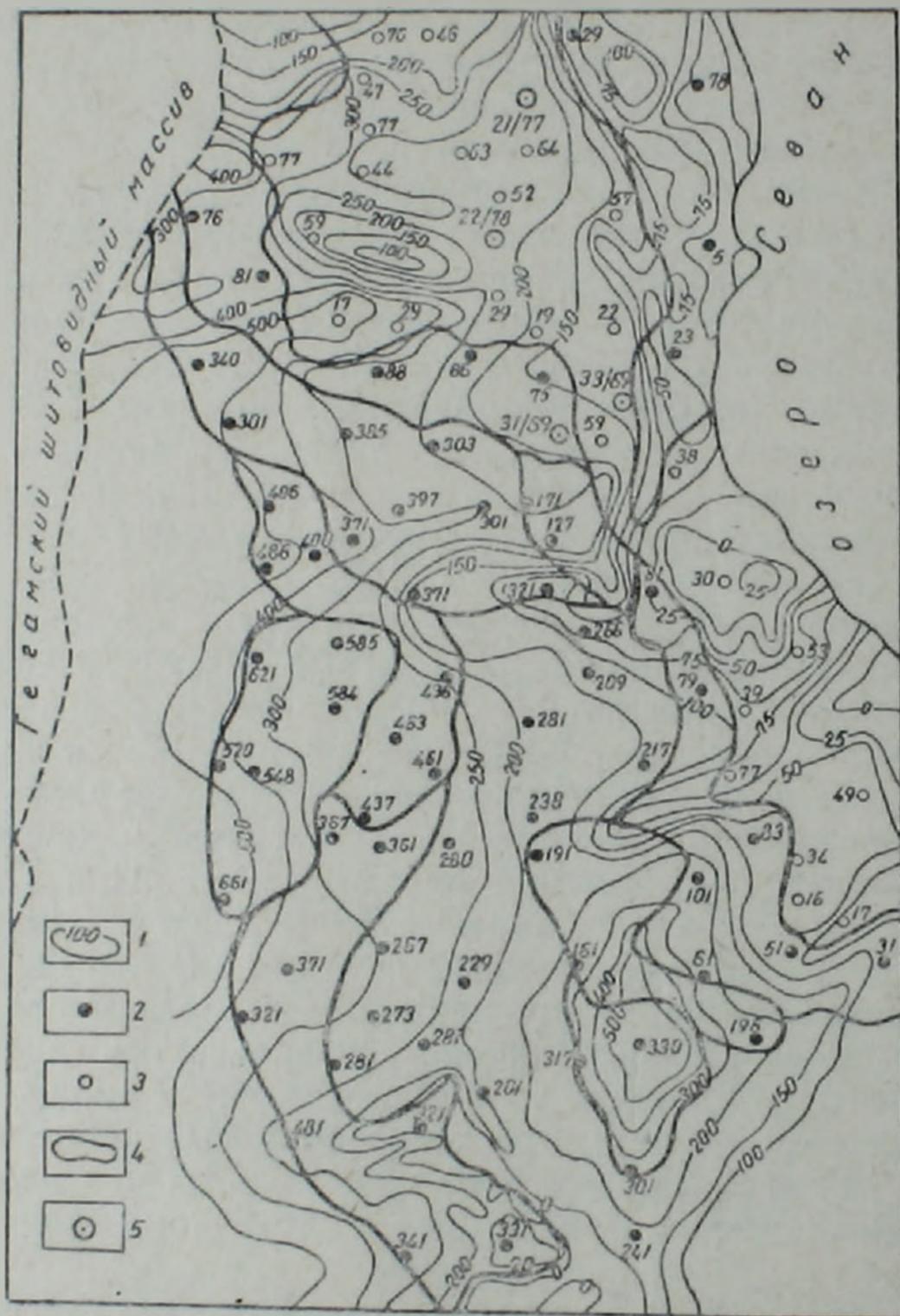


Рис. 2. Совмещенная карта-схема восточного склона Гегамского щитовидного массива.

1—линии равных лавовых мощностей; 2—точки превышения подлавого рельефа относительно принимаемого нулевого рельефа (в данный момент отн. ур. оз. Севан); 3—точки понижения подлавого рельефа относительно того же нулевого рельефа; 4—граница генетического типа палеорельефа; 5—буровые скважины.

В пределах этой равнины реки откладывали большой объем речного материала. Пески, глины, суглинки, сохранившиеся у с. Гехаркуник, южнее с. Сарухан и у с. Цахкашен, указывают, во-первых, на их озерно-дельтовое происхождение и, во-вторых, на палео-границу озерного залива, продвинутого на юг, вплоть до линии Цахкашен-Гехаркуник-Дзорагюх.

В нижнепалеоценовое время были развиты и высокие равнины. Одна из таких равнин расположена в юго-западной части рассматриваемого района, между долинами рек Дзорагюх и Назарахан (рис. 3). От-

носительная высота этой Палео-Дзорагюхской равнины составляет 280—290 м. Ее поверхность слабо наклонена на север, северо-запад, на юг, юго-восток. Ввиду такого уклона поверхности и длительного его развития данная равнина была подвергнута активной денудации. Эрозионные логи и ложбины, образованные под воздействием экзогенных процессов, ныне заполнены сравнительно мощным, до 200—250 м, слоем неоген-четвертичных лав.

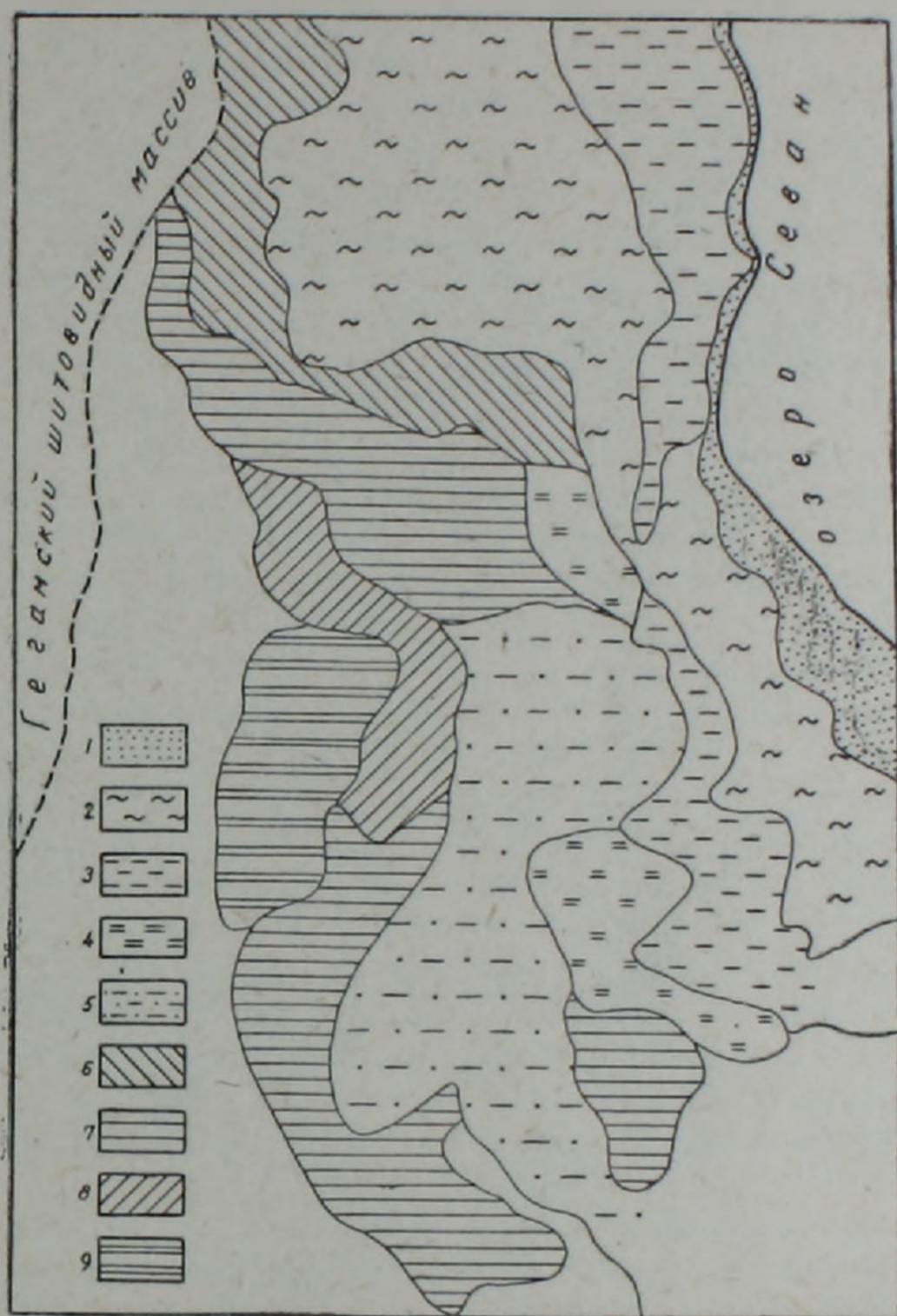


Рис. 3. Карта генетических типов подлавого рельефа восточного склона Гегамского щитовидного массива. Нижне-плиоценовое время.

1—прибрежно-озерная аккумулятивная равнина. 2—Палео-Саруханская низменная аккумулятивная равнина лагунно-озерного происхождения. 3—Палео-Маньчарская денудационно-аккумулятивная и абразионная равнина. 4—низкие пологие палеовозвышенности. 5—Палео-Дзорагюхская высокая равнина, видоизмененная эрозионными процессами. 6—Палео-Цахкашенская аккумулятивная равнина озерно-дельтового происхождения. 7—высокие эрозионно-денудационные палеовозвышенности. 8—пологие повышенные палеосклоны. 9—локальные палеоподнятия—участки активной денудации.

Для этой высокой равнины характерен глинисто-песчаный и терригенный состав покровных отложений, что и отражает озерно-континентальную обстановку ее развития.

Общая схема расположения различных форм палеорельефов показывает, что в зоне равнинного, предгорного, миоплиоценового рельефа развивались отдельные эрозионно-денудационные возвышенности с относительными отметками более 330—350 м. Одна из таких палео-воз-

вышенностей погребена под лавы верхнеплейстоценового вулкана Армаган. Лавы здесь налегают на эрозионно-расчлененную поверхность, выработанную эрозионно-денудационными процессами. И вполне вероятно, что до возникновения вулкана Армаган, по северо-западной части этой возвышенности проходила палеодолина р. Аргичи. (рис. 4).

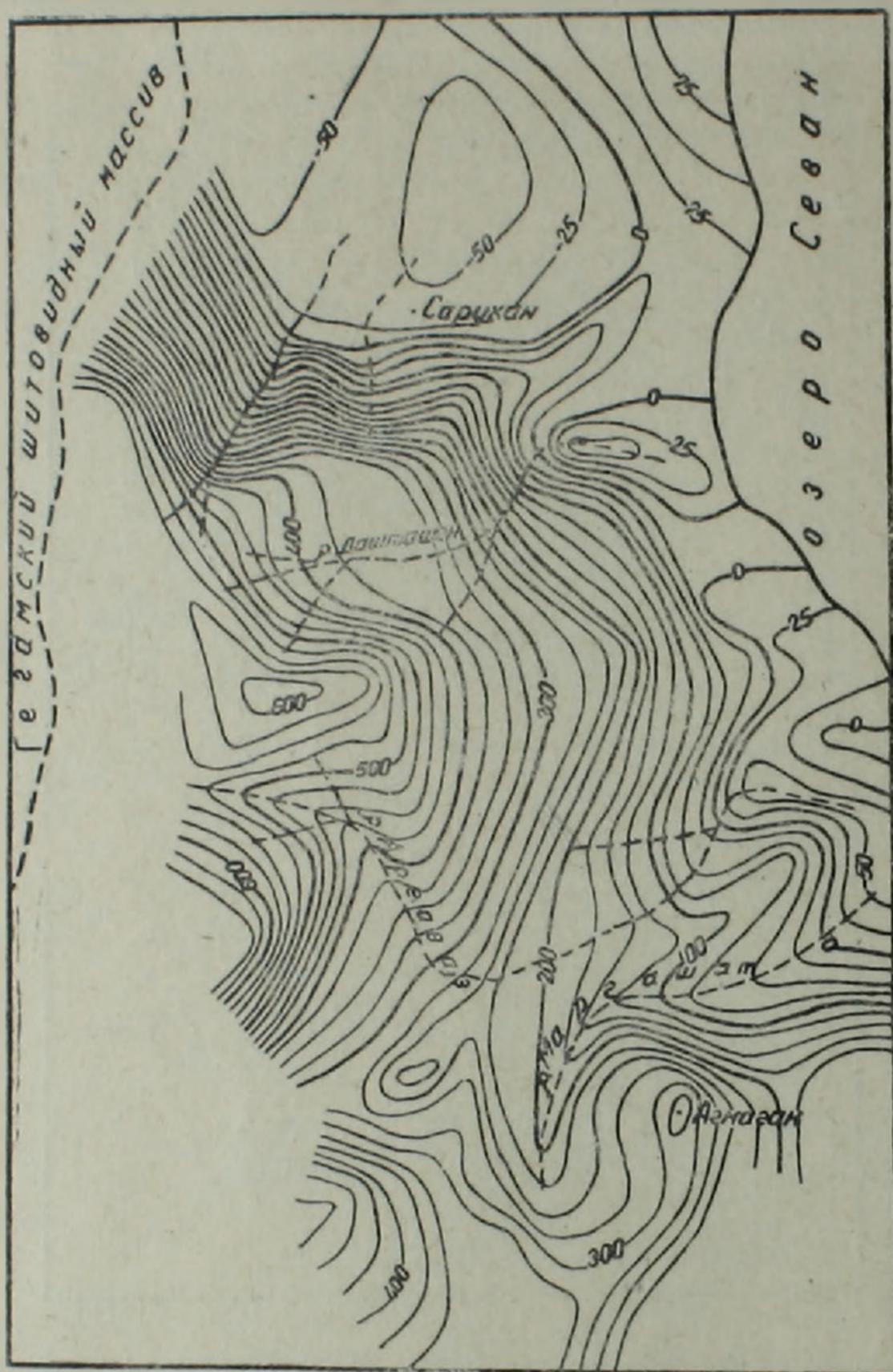


Рис. 4. Гипсометрическая карта подлавового рельефа восточного склона Гегамского щитовидного массива с предполагаемым очертанием нижнеплейстоценовой гидрографической сети.

Озерно-речные пески и глины, отмечаемые на левом берегу р. Аргичи, ниже с. Карадзи не перекрыты лавами вулкана Армаган, а у с. Верин Геташен, наоборот, аналогичные им и по возрасту, и по составу отложения подстилают лавы этого вулкана. Гипсометрическая разность между районами расположения этих отложений составляет 170—180 м, что выражает амплитуду воздымания всего рельефа района или его части в период действия разрывной тектоники и вулканизма.

Задолго до возникновения вулкана Армаган эта возвышенность находилась в положении полуострова. Озерные глины и пески, залегающие в ущелье р. Аргичи и в долине р. Цаккар, однозначно показывают, что береговая линия того же древнего водоема охватила и эту территорию. Это было еще в то время, когда поверхность Армянского нагорья была богата мелкими и большими озерами—остатками сар-

матского моря [2]. Однако из всех этих многочисленных озер, полагаем, осталось лишь оз. Севан.

По мере приближения к центру Гегамского щитовидного массива подлавоный рельеф повышается. В приводораздельной части его относительная высота доходит до 600—700 м, а на водоразделе она переходит за 1000 м.

Практически Гегамский щитовидный массив уже в миоплиоцене имел форму горстового поднятия, достигающего 1600—1800 м абсолютной высоты. И этим, вероятно, было положено начало развитию Гегамского тектонического блока.

На гипсометрической карте подлавоного рельефа восточного склона Гегамского щитовидного массива (рис. 4) объективно выявились подлавоные морфоструктуры различного ранга. В частности, Палео-Саруханская крупная и другие более мелкие котловины, выделенные на карте, представляют собой прогибы, заполненные терригенно-обломочными и аллювиально-озерными отложениями (скв. 20/77, 22/78). Механизм формирования этих депрессионных зон, вероятно, связан с подкоровыми процессами.

В пределах возвышенного рельефа выделяются морфоструктуры более мелкого ранга, образование которых связывается с тектоническими деформациями и эндогенными факторами рельефообразования. Это гребни, отроги и локальные поднятия, возможно разделенные разломами глубинного заложения (рис. 1).

В нижнеплиоценовое время эти районы представляли собою участки активной денудации. Наиболее значительный по площади участок развития денудационного типа палеорельефа располагался при горстовой зоне Палео-Гегамского хребта, в междуречье двух сравнительно крупных рек. Одна из них, р. Дашташен, находилась на северо-западе рассматриваемого района и протекала по восточному склону Палео-Гегамской горстовой возвышенности в сторону Палео-Саруханской низменности (рис. 4). Другая крупная р. Аргаваз находилась на юго-востоке рассматриваемого района и текла на северо-восток. Здесь выявилось русло р. Маргашат, которое огибает вулкан Армаган с запада и северо-запада. Оно скорее всего намечает направление палеодолины р. Аргичи, которая проходила здесь до возникновения вулкана Армаган.

Промежуточное положение между районами с максимальной денудацией и предгорстово-равнинной областью занимали слаборасчлененные денудационно-аккумулятивные высокие равнины. Здесь же были расположены эрозионно-денудационные уступы и слабонаклонные поверхности в виде перекатов. В нижнеплиоценовое время эта зона занимала сравнительно наибольшую площадь. Она характеризуется распространением аллювиально-делювиальных и озерно-лагунных осадков, накопленных вблизи устьев крупных палеорек и по берегам древнего водоема, о чем уже говорили выше.

Следует отметить, что главная цель гипсометрической карты, на наш взгляд, состоит в том, чтобы она выявляла те основные положительные и отрицательные типы подлавоного рельефа, которые намечались геофизическими, геоморфологическими и другими данными.

Таким образом, первый опыт применения палеогеоморфологического метода выявления палеорельефов дает основание положительно оценить его использование. Однако в данной, краткой статье, мы смогли изложить лишь принципы применения метода и кратко описать некоторые типы из восстановленных палеорельефов.

Для создания научной палеогеоморфологической основы и оценки перспектив в отношении восстановления и изучения древних и погребенных рельефов Армянского нагорья в целом, целесообразно проводить обобщения имеющихся геологических, геофизических, гидрогеологических, геоморфологических, аэровысотных и других материалов, что откроет новые перспективы не только для палеогеоморфологии, но

и для изучения на глубине элементов геологического строения. Это станет дополнительным направлением для поиска полезных ископаемых на глубине, а результаты восстановления палеорельефов во многом будут исходным материалом для глубинного геолого-геофизического и особенно для геологического картирования.

Работы следует проводить строго стадийно, то есть реконструкцию нужно начинать от молодых рельефов и идти к древним и более древним. По мере восстановления палеорельефов можно приступать к изучению их геологического строения, с проверкой бурением скважин.

Управление геологии
Армянской ССР

Поступила 18. III 1986.

Մ. Բ. ՀՈՂՄԻՅՅԱՆ

ԳԵՂԱՄԱ ՎԱՀԱՆԱԶԵՎ ԶԱՆԳՎԱԾԻ ԱՐԵՎԵԼՅԱՆ ԼԱՆՋԻ ՀԻՆ ՌԵԼԻԵՖԻ ՎԵՐԱԿԱՆԳՆՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հողվածը նվիրված է երկրաձևաբանական և երկրաֆիզիկական տվյալներով Գեղամա վահանաձև զանգվածի արևելյան լանջի հին ռելիեֆի վերականգնման հարցին: Ինչպես ցույց են տվել թե մեղ մոտ և թե արտասահմանում տարված վերջին հետազոտությունները, պալեոերկրաձևաբանական մեթոդների կիրառումը բավականին հեռանկարային է ինչպես որոնողական աշխատանքների, այնպես էլ ռելիեֆի զարգացման պատմական փուլերի պարզաբանման գործում: Միևնույն ժամանակ դա թույլ է տալիս վերականգնելու և ավելի ճիշտ պատկերացնելու հին ռելիեֆների (կավճի և յուրայի հասակների) երկրաբանական կառուցվածքը, մասնավորապես Հայկական բարձրավանդակի այն ժամանակների ծովային և ծովա-ցամաքային պայմանների զարգացման ընթացքը և ճիշտ ուղի բնութայնելու խորքային երկրաբանական հանույթային աշխատանքներ կատարելու գործում: Չնայած այն բանին, որ Հայկական բարձրավանդակի պալեոերկրաձևաբանական հարցերը այսպես թե այնպես լուսաբանվել են, բայց նրա հին ռելիեֆների վերականգնման աշխատանքները դեռևս անբավարար են մնում: Մեծաքանակ երկրաձևաբանական և երկրաֆիզիկական փաստացի նյութերը այժմ արդեն թույլ են տալիս անցնելու այդ կարևոր գործին: Ի դեպ նշենք, որ հին ռելիեֆների վերականգնման դեպքում ինչ-որ մի տեղամաս կամ մի ռելիեֆ պետք է ընտրվի որպես սկզբնակետ կամ սկզբնառելիք, որի նկատմամբ էլ կատարվում են բոլոր վերականգնման հաշվարկները:

Մեր կողմից որպես սկզբնառելիք ընդունված է Սևանա լճի առափնյա հարթավայրի մակարդակը, որի նկատմամբ էլ կատարվել են Գեղամա լեռնավահանի արևելյան լանջի հին ռելիեֆի վերականգնման աշխատանքները:

Վերջին տարիների ընթացքում կատարված երկրաձևաբանական և երկրաֆիզիկական ուսումնասիրություններից ստացված տվյալները պարզաբանում և ճշտում են մեր պատկերացումները Գեղամա լեռնավահանի շրջանի վաղ պլիոցենի ռելիեֆի կառուցվածքի մասին:

Հողվածում բերված ուրվագծային երկրաձևաբանական քարտեզը և նրա հիման վրա կազմված երկու պալեոերկրաձևաբանական քարտեզները և մի համատեղված քարտեզ-ուրվագիծը ցույց են տալիս վաղ պլիոցենի ռելիեֆի ծագումնային տիպերի անջատումն ու նրանց համեմատական բարձրությունները:

Վաղ պլիոցենի ժամանակաշրջանում, ինչպես ցույց են տալիս լավաների տակի ուլիեֆի քարտեղը, լայն տարածում են ունեցել նստվածքային, ճահճա-լճային և լճա-դետային նյութով լցված հարթավայրերը, որոնց հարաբերական բարձրությունները կազմել են 100—120 մ՝ թեթև հարթությունների համար և 600—700 մ՝ բարձր գագաթների և նրանց լանջերի համար: Գործնականում Գեղամա վահանաձև զանգվածի բացարձակ բարձրությունը միոպլիոցենում կազմել է 1600—1800 մ: Գոյություն են ունեցել նաև ցածրադիր հարթավայրեր, որոնք ավելի ցածր են մեր այստեղ ընտրած սկզբնաուլիեֆից: Պալեո-Սարուխանի հարթավայրի մակերևույթն, օրինակ, Սևանա լճի հատակից 30—40 մ ավելի ցածր է և կարևոր դեր է կատարում ինչպես ստորերկրյա ջրերի, այնպես էլ լճի ջրի կլանման մեջ:

Առանձին հետաքրքրություն է ներկայացնում լավաների տակի ուլիեֆի հիպսոմետրիկ քարտեղը, որի կազմումը թույլ տվեց անջատելու մի շարք թաղված ձևակառույցներ: Մասնավորապես, հնարավոր դարձավ վերականգնելու վաղ պլիոցենի ենթադրվող գետային ցանցը:

Հետազոտում, նման աշխատանքները կատարելու դեպքում, առաջարկվում է այս ամենը դնել գիտական պալեոերկրաձևաբանական հիմքի վրա և ամփոփել այս խնդրին վերաբերվող ամբողջ կուտակված նյութը, ինչը նոր հեռանկարներ կբացի ոչ միայն պալեոերկրաձևաբանական, այլ նաև ավելի խոր տեղադրում ունեցող երկրաբանական տարրերի ուսումնասիրման համար:

M. B. HOGHMERTZIAN

ON THE GUEGHAM SHIELD-LIKE MASSIF EASTERN SLOPE PALEORELIEF RESTORATION

A b s t r a c t

Two revealed genetic types, i. e. flat and highland (horst-like), of underlava reliefs of Guegham shield-like massif eastern slope are briefly described which have correspondingly 100—350 m and 650—700 m relative elevation above the Sevan lake coastal plain.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бальян С. П., Вегуни В. Т. Палеогеография и гидрогеология бассейна оз. Севан (на арм. языке). Тр. Ергосунта, т. 63. 1958, 178 с.
2. Габриелян А. А. Колебание уровня оз. Севан в связи с его происхождением. ВГФ, ИГН АН Арм. ССР, Ереван, 1946. 141 с.
3. Геология Армянской ССР, том I, Геоморфология. Ереван. Изд. АН АрмССР 1962, 586 с.
4. Зограбян Л. Н. Орография Армянского нагорья, Ереван; Изд. АН АрмССР, 1979 117 с.
5. Карапетян Ж. М., Мурадян П. Л. Об опыте картографирования геодинамических процессов с использованием материалов дистанционных съемок (на примере Гегамского щитовидного массива и прилегающих территорий); УЗ. ЕрГУ, № 33, Ереван, 1979, 91 с.
6. Милановский Е. Е. Новейшая тектоника Кавказа, М: 1968, 286 с.

С. В. МАРТИРОСЯН, Г. Р. БАГДАСАРЯН, В. З. САХАТОВ, Е. И. МАРКОВ

СТРУКТУРНАЯ ПОЗИЦИЯ ОДНОГО ИЗ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МАЛОГО КАВКАЗА ПО ДАННЫМ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

Применение в последние годы материалов космических съемок при металлогеническом анализе Кавказа и других регионов Средиземноморского пояса позволило по-новому подойти к выявлению закономерностей размещения месторождений рудных полезных ископаемых различных типов, генезиса и возраста. Это достигнуто на основе тектонического и металлогенического районирования, проведенного в комплексе с анализом космических снимков (КС) с использованием геологических и геофизических данных—истории тектонического развития, современного структурного плана, магматизма и других факторов. Применен во многом новый методический подход, имевший целью установление характерных особенностей взаимосвязанного тектонического и металлогенического районирования территории на этапах, предшествующих позднеальпийской тектоно-магматической активизации (ТМА) и на собственно позднеактивизационном этапе, начавшемся на Малом Кавказе в эоцене.

Позднеальпийская ТМА Малого Кавказа развивалась на разных этапах синхронно с ТМА Восточных Родоп (эоцен) и Трансильвании (плиоцен-четвертичное время). На КС отразились все признаки позднеальпийской ТМА: разломная тектоника, сводово-глыбовые поднятия, зоны растяжений, сдвигов, сжатий, кольцевые и овальные структуры, интенсивное развитие интрузивного магматизма и вулканизма центрального и трещинного типа, наложенные прогибы, блоки, сквозные разломы и др. Области ТМА характеризуются мозанчной гетерогенно-блоковой структурой, для которой типичны определенные глубинные признаки [1].

На позднеальпийском этапе ТМА образовались следующие тектонические структуры: 1) рифтогенные прогибы, испытавшие эвгеосинклинальное или близкое к таковому развитие, завершившееся инверсией и орогенезом (Аджаро-Триалетская и Талышская зоны); 2) наложенные «эпикратонные» прогибы неполного цикла развития, сходные в начальной стадии с эвгеосинклиналями по составу вулканогенно-осадочных формаций, но без инверсий и отчетливо выраженных орогенных формаций—позднемеловой Предмалокавказский прогиб, сопряженный с поперечными тектоно-вулканическими депрессиями (подзонами): Болнисской, Казахской, Кировабадской, а также эоценовый Лорийский прогиб; 3) область дифференцированных палеоген-неогеновых движений, охвативших южный геоблок Малого Кавказа (Иранский массив) и выразившихся в образовании блоковых поднятий и сопряженных с ними прогибов, сложенных вулкано-плутоническими комплексами на палеозойском фундаменте (для этого типа ТМА предложено название «гетерогенно-блоковая» [2]); 4) неоген-четвертичные сводово-глыбовые поднятия и интенсивный континентальный вулканизм, выразившийся в образовании крупнейших вулканических сооружений (Арагац, Арарат, Араилер и др) и мощных лавовых покровов. Применяя терминологию из работы [4], этот тип ТМА можно назвать повторно-орогенным, поскольку он накладывается почти на все зоны более раннего развития.

Предлагаемое к рассмотрению месторождение относится к третьему типу структур, т. е. «гетерогенно-блоковой» ТМА.

Месторождение расположено в вулканогенно-осадочных отложениях эоцена, слагающих относительно крупный пологий синклиорий (прогиб). В строении рассматриваемого месторождения и рудного района участвуют породы от верхнего девона до четвертичных. Наиболее древние отложения представлены известняками, кварцитами, глинистыми сланцами франко-фаменского яруса. Отложения камен-

ноугольной системы залегают без перерыва на породах верхнего девона. Нижнетурнейские отложения представлены вулканогенными конгломератовидными кварцитами, брекчиевидными и нормальными кварцитами, известняками. В отложениях верхнетурнейского и визейского ярусов присутствуют кварциты, заохренные и брекчиевидные известняки. На юго-западе района широко развиты породы пермского возраста, залегающие трансгрессивно. Они представлены толсто- и средне-слоистыми брекчиевидными известняками, битуминозными ожелезненными известняками, мергелями с прослоями песчанистых битуминозных сланцев. Триасовые отложения, имеющие ограниченное распространение, залегают согласно на породах пермского возраста. Сложены они в основном карбонатными и песчано-глинистыми породами с прослоями углей. Юрские отложения представлены исключительно терригенными фациями средней юры. Меловые образования представляют собой отложения верхнего мела от сеномана до кампана. По составу они характеризуются вулканогенно-осадочными (турон—сантон) и терригенными фациями с прослоями карбонатных пород. Кампанский ярус сложен известняками, аргиллитами, песчаниками и песчано-мергелистыми породами.

Наиболее широко развиты палеогеновые, неогеновые и четвертичные образования. Разрез начинается толщей среднего эоцена, представленной конгломератами, известняками и туфопесчаниками. Почти всюду они трансгрессивно перекрывают отложения от девона до датских включительно. Выше залегают вулканогенные, вулканогенно-осадочные породы, включая мощные потоки порфиритов различного состава и туфоконгломераты.

В основании верхнеэоценовой толщи залегают также базальные конгломераты. Сложена она известняками, конгломератами, туфопесчаниками, туфоконгломератами, порфиритами. Нерасчлененная верхнеэоцен-олигоценовая толща представлена туфо- и лавобрекчиями, порфиритами, липаритодацитами, известняками, песчаниками, глинами. Породы связаны между собой фациальными взаимопереходами.

Отложения нижнего олигоцена сложены песчаниками и глинами. На рассматриваемой территории широко развиты вулканогенные образования. Возраст образований дискуссионный.

Неогеновые образования развиты по периферии и за пределами района. Миоценовые отложения литологически не выдержаны, одни фации сменяются другими, что затрудняет стратиграфическое расчленение этого мощного комплекса. Породы вулканогенной толщи плиоцена, входящие в Армянское вулканическое нагорье, представлены конгломератами, туфами, андезитами, туфобрекчиями, трахилипаритами и туфопесчаниками.

Интрузивные породы имеют довольно широкое распространение и выходят отдельными группами. Эти породы являются дифференциатами гранитоидной магмы, имеющей на глубине, по-видимому, один общий очаг. Субвулканические тела залегают в восточной части района, где слагают пластовые залежи и силлы липаритов, дацитов, диоритовых, дацитовых порфиритов, андезитов, габбро-порфиритов среднего эоцена—среднего плиоцена. Дайковые тела представлены дацитовыми порфиритами, андезитами, диоритовыми порфиритами, габбро-порфиритами, андезито-дацитами различной ориентировки, протяженности и мощности.

В тектоническом отношении рассматриваемый рудный район занимает центральную часть синклиория, входящего в Армянскую складчатую зону [3]. Синклиорий имеет северо-западное простирание и характеризуется в целом пологой складчатостью верхнемелового-палеоэоценового и нижнеэоценового-среднеолигоценового структурных подэтажей. Линейные складки с пологими углами падения имеют северо-западное и близширотное простирание. На фоне в целом спокойного стиля дислокаций имеются тектонически напряженные участки, охва-

гывающие группы интрузий и субвулканических образований, характеризующиеся высокой степенью дислоцированности пород, проявлением интрузивного магматизма, а также метасоматоза.

Судя по опубликованным и отчетным данным, разрывные нарушения в рассматриваемом районе немногочисленны. Большинство из них показано как предполагаемые. Следует отметить, что структурный контроль групп интрузивных и субвулканических образований никак не отражен на имеющихся геологических картах, составленных практически без использования КС.

Геофизические данные, среди которых ведущее место занимает сейсмопрофилирование с использованием станции «Земля», показывают, что синклиорий разбит многочисленными разломами близширотного простирания, прослеживаемыми до границы Мохоровичича с амплитудой вертикального смещения от 2 до 4 км.

Для выяснения структурной позиции рассматриваемого рудного поля были привлечены КС «Космос», Ландсат и высотные АФС. Дешифрируемость района различна и зависит как от его обнаженности и расчлененности, так и от литолого-петрографических и физических свойств пород. Наиболее уверенно выделяются элементы дизъюнктивной тектоники—разломы разного порядка и морфологии, кольцевые структуры, трещины, зоны дробления. Элементы пликтивной тектоники лучше выявляются по АФС. На высотных АФС по литолого-петрографическим разностям, отраженным в мезо- и микроформах рельефа, выделяются некоторые интрузивные породы и разновидности вулканогенно-осадочных пород.

Региональная позиция рассматриваемого рудного поля predetermined прежде всего его положением в пределах Армянской зоны, структура которой обусловлена процессами позднеальпийской ТМА. Эти процессы сформировали гетерогенно-блоковое строение обширной области, лишенной строго выдержанной продольной зональности, характерной для северо-восточного обрамления Малого Кавказа (Сомхето-Карабахская, Кафанская, Аджаро-Триалетская, Севано-Акеринская, Талышская зоны). Подробное изучение закономерностей строения этой области стало возможным благодаря применению КС различных уровней генерализации (УГ) и обзора. На формирование отображенного на КС регионального морфоструктурного плана рассматриваемого рудного поля оказали влияние сквозные линейные морфоструктуры, или соответствующие им сквозные разломы сбросово-сдвигового характера в-с-в и з-с-з простирания, в узле пересечения которых образовалась крупная кольцевая структура, контролирующая оруденение.

На основе структурной интерпретации КС «Космос» и Ландсат и высотных АФС в пределах рассматриваемого рудного поля выявляется множество линейных морфоструктур разного порядка и ориентировки. На КС и высотных АФС они отражены прямолинейными долинами или резкими кулисообразными их изгибами, протяженными уступами и водоразделами различных порядков, резкой сменой мезо- и микроформ рельефа, а также элементами ландшафта. Выделяется наибольшее число линейных морфоструктур в-с-в и широтного, менее—меридионального, с-в и с-з направлений. Они накладываются на геологическую структуру рудного поля, образуя хорошо выраженные (по степени интенсивности) зоны различной ширины и протяженности. Наиболее контрастно выделяется зона разломов в-с-в простирания, контролирующая интрузию пестрого состава от монзонитов, сиенито-диоритов, гранодиоритов до гранитов включительно. Вмещающими породами являются среднеэоценовые образования. В восточной и северо-восточной частях района эта зона контролирует многочисленные субвулканические пластовые тела и силлы отмеченного выше состава.

К узлу пересечения зон разломов, по данным КС, приурочены кольцевые структуры тектоно-плутонического генезиса диаметром от 1,3 до 3,0 км (рис. 1).

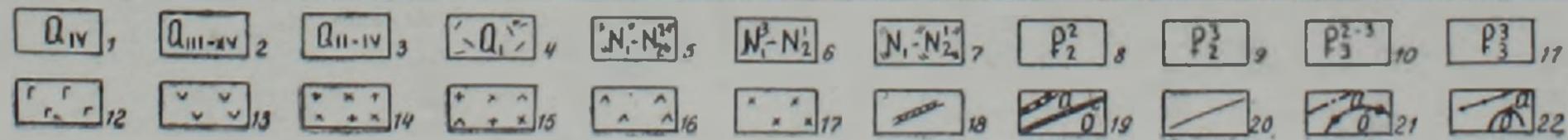
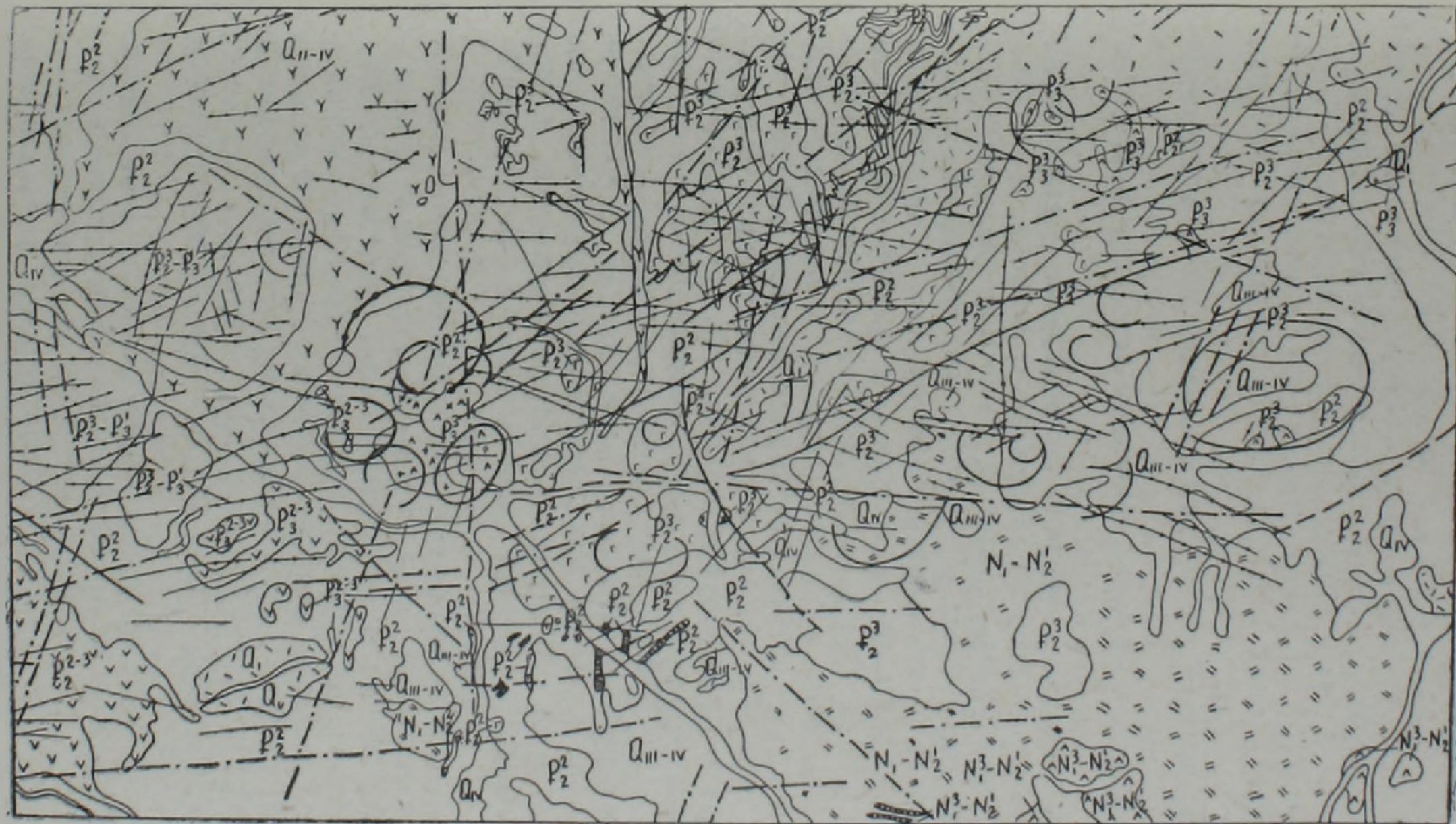


Рис. 1. Фрагмент геологической карты рудного района с данными дешифрирования. 1—4—четвертичные отложения: 1—пески, супеси, суглинки; 2—валунно-галечные отложения; 3—базальты, андезито-базальты; 4—андезиты; 5—миоцен—средний плиоцен: андезиты, андезито-дациты, туфы; 6—верхний миоцен—нижний плиоцен: вулканические брекчии, андезиты; 7—миоцен—нижний плиоцен: андезиты, туфобрекчии, кварциты; 8—средний эоцен: конгломераты, известняки, туфопесчаники; 9—верхний эоцен: туфобрекчии, андезиты, глины; 10—средний—верхний эоцен: известняки, конгломераты, туфопесчаники, порфириды; 11—верхний эоцен: туфопесчаники, порфириды; 12—габбро-диориты; 13—андезитовые и андезито-дацитовые порфириды; 14—гранодиориты, кварцевые диориты, граносиениты; 15—граносиениты, монзониты, диориты; 16—габбро, габбро-диориты; 17—диорит-порфириды, кварцевые сиениты, граносиениты; 18—дацитовые порфириды; 19—диоритовые порфириды (а), габбро-порфириды (б); 20—разломы по геологическим данным; 21—разломы (а), кольцевые, овальные, дуговые структуры (б) по данным КС; 22—разломы (а), кольцевые овальные структуры (б) по данным АФС.

С целью выяснения металлогенической роли малых кольцевых структур диаметром 1—3 км были составлены два геохимических профиля через кольцевую структуру диаметром 1,7 км. Эта структура уверенно фиксируется на высотных АФС и КС и располагается на породах среднего эоцена, прорванных мелкими телами средне-верхнеэоценовых биотитовых гранитов. Выражена структура на местности дуговой ориентировкой элементов оро- и гидрографии. Отбор проб (образец, проба и шлиф в каждой точке) проводился с шагом 50—150 м в зависимости от обнаженности с выходом на фон от 1,6 до 3,0 км.

Имеющиеся в нашем распоряжении полуколичественные спектральные анализы по профилям (38 по меридиональному профилю и 39 по субширотному) позволяют сделать следующие выводы:

1. В контуре кольцевой структуры присутствуют наиболее высокие концентрации меди, свинца и цинка, отсутствующие на фоновых отрезках профилей

2. Наряду с этим, здесь фиксируются и минимальные концентрации цинка.

3. Среднее содержание молибдена понижено по сравнению с фоном.

4. Наблюдается увеличение дисперсии концентрации меди, свинца и цинка и уменьшение молибдена по сравнению с фоном.

Таким образом, в контуре кольцевой структуры наблюдается дискретное перераспределение рудных элементов, что, по-видимому, свидетельствует о протекании гидротермального рудного процесса и о возможности накопления значительных рудных концентраций. Содержание изученных рудных элементов выше кларковых, причем цинка—на порядок. В связи с этим кольцевые структуры подобного типа должны рассматриваться как важный металлогенический фактор.

Необходимо отметить еще один момент. Южнее кольцевой структуры проходит зона разломов в-с-в простирания. Южная часть субмеридионального профиля пересекает эту зону, что дает возможность судить о ее металлогенической роли. В зоне разломов наблюдается понижение концентраций всех рудных элементов по сравнению с кольцевой структурой, хотя они и остаются надкларковыми. Сравнение этой части профиля с фоновыми отрезками субширотного профиля приводит к выводу о некотором понижении в зоне разлома концентрации меди.

Следует отметить, что на местности эта зона выражена мощной аргиллизацией вмещающих пород, превращенных в белую рыхлую массу. Вероятно, низкотемпературная аргиллизация представляет надрудную зону метасоматической колонки; в то же время намечающийся вынос меди позволяет ожидать ее пересотложение в оперяющих зону разломах или на флангах этой зоны. В металлогеническом отношении зона разлома может представлять практический интерес при пересечении ею глубоко эродированного блока, где вскрыты внутренние части метасоматической колонки.

В районе выделено пять структурно-формационных комплексов, однако не все они перспективны на обнаружение сингенетических концентраций благородных и цветных металлов. Так, практически безрудным представляется наиболее ранний СФК платформенного чехла, объединяющий отложения от девона до триаса включительно.

Следующий СФК—верхнемеловой субплатформенный—отвечает периоду стабилизации после крупных складчато-надвиговых деформаций, происходивших в юре—раннем мелу на северном краю Иранской плиты. Эти события отразились в рудном районе в появлении вулканогенных и грубообломочных образований турона. Имеющиеся западнее офиолиты могли служить источником рассеянной хромитовой, магнетитовой и платиновой минерализации в обломочных породах верхнего мела. В связи с этим условно выделяется верхнемеловая СМЗ, перспективная на россыпную минерализацию железа, хрома и платины.

Среднеэоцен-среднеолигоценовый СФК интерпретируется как образование внутренних зон активных континентальных окраин с подчиненной ролью вулканитов. Вулканогенные образования наиболее характерны для среднего эоцена, в связи с чем здесь возможно наличие колчеданно-полиметаллической стратиформной сингенетичной минерализации типа Привольненского месторождения. На этом основании выделена СМЗ, охватывающая выходы данного СФК.

Верхнеолигоцен-среднеплиоценовый вулканогенный СФК блоковых поднятий и прогибов по аналогии с северо-восточными районами Армении является перспективным на сингенетичную (?) золото-серебряную минерализацию, связанную с субвулканическими телами андезитов, андезито-базальтов и андезито-дацитов. Сингенетичность данной минерализации проблематична, она может быть отнесена и к гидротермальному типу.

Сингенетичной минерализации значительных масштабов, связанной с верхнеплиоцен-четвертичным СФК наземных вулканитов зон растяжения, в регионе не известно. Можно отметить проявление серы, реальгара и аурипигмента в жерлах вулканических аппаратов. Выделение соответствующей СМЗ малоперспективно.

Наложенная минерализация района имеет исключительно гидротермальную природу.

Анализ пространственного расположения месторождений и рудопроявлений, геохимических и геофизических аномалий, разломов, кольцевых структур, типов пород, интрузий позволяет выделить следующие рудоконтролирующие факторы гидротермального оруденения:

Региональный УГ: 1) зоны разломов в-с-в простирания; 2) пересечение их с зонами разломов з-с-з простирания; 3) разломы субмеридионального простирания и узлы их пересечения с вышеназванными разломами; 4) наличие кольцевых структур диаметром 30 км и менее. Локальный УГ: 1) разломы, параллельные отмеченным на региональном УГ и оперяющие их; 2) наличие разломов с-в простирания; 3) участки концентрации кольцевых структур диаметром 1—5 км; 4) наличие интрузий и субвулканических тел среднего-кислого состава послесреднеэоценового возраста; 5) вулканогенный состав рудовмещающих пород; 6) широкое развитие метасоматитов—аргиллизитов, вторичных кварцитов; 7) концентрация геохимических аномалий цветных металлов; 8) для золоторудной минерализации—наличие гравитационной положительной аномалии, связанной с погребенным высокоплотным телом (фрагмент офиолитовой чешуи?); 9) наличие зон больших градиентов силы тяжести.

Анализ пространственного распределения рудоконтролирующих факторов, перечисленных выше с учетом их значимости, позволяет перейти к выделению металлогенических зон наложенного гидротермального оруденения в пределах охваченного рудного района (рис. 2). Здесь наблюдается наиболее благоприятное сочетание рудоконтролирующих факторов регионального и локального УГ, что позволяет выделить зону разломов в-с-в простирания как рудоконцентрирующую и наметить связанные с ней основные поисковые критерии.

В региональном плане рудное поле располагается в пределах полиметаллической металлогенической зоны субширотного простирания, которая на севере за пределами рудного поля граничит с медно-молибденовой зоной, перспективной на оруденение порфирирового типа. Локальные площади, перспективные на полиметаллическое оруденение, контролируются максимальной концентрацией рудоконтролирующих факторов локального УГ при том условии, что само рудное поле отвечает повышенной концентрации рудоконтролирующих факторов регионального УГ. В общем случае перспективные участки отвечают группировкам интрузивных и субинтрузивных образований в зоне раз-

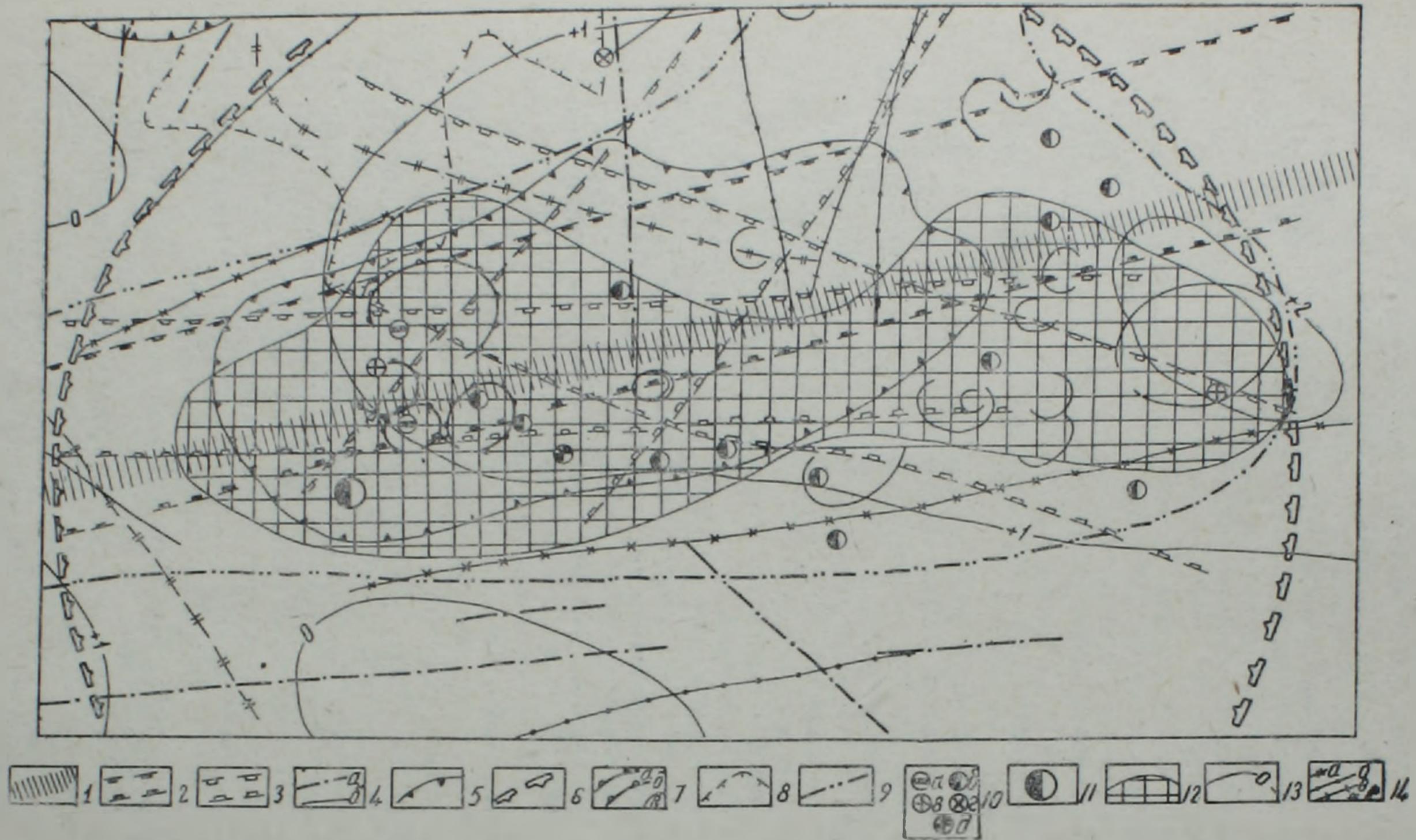


Рис. 2. Фрагмент тектоно-металлогенической схемы рудного района по геолого-геофизическим и дешифровочным данным.

1—3—разломы по данным КС: 1—1-го и 2-го порядка; 2—зоны разломов 2-го порядка глубинного (мантийного) заложения; 3—зоны разломов 2-го порядка внутрикоровые; 4—разломы по данным АФС: 1-го (а), 2-го (б) порядков; 5—границы узлов пересечения зон разломов; 6—7—кольцевые структуры по данным КС и АФС: 6—вулканоплутонические 2-го порядка; 7—вулканоплутонические 3-го порядка (а), внутриинтрузивные (б), неясного генезиса (в); 8—блоки по данным КС; 9—границы рудных зон; 10—рудопроявления медно-молибденовой (а), полиметаллической (б), титано-магнетитовой (в), медно-молибденовой (основной компонент—медь) (з), золото-свинцово-сурьмяной (д) рудных формаций; 11—месторождение полиметаллической рудной формации; 12—зона избыточной плотности пород фундамента; 13—изолинии фундамента; 14—разломы по геофизическим данным: по смене рисунка поля (а), оси локальных минимумов силы тяжести (u), по зонам больших градиентов (в), по зонам региональных гравиметрических ступеней (z).

ломов в-с-в ориентировки. Именно здесь наблюдается концентрация благоприятных металлогенических факторов, в том числе кольцевых структур, разломов, геохимических ореолов, рудопроявлений и др.

Сложнее обстоит вопрос с выделением золоторудной металлогенической зональности. Золото в виде примеси присутствует практически в каждом рудопроявлении, самостоятельные же его концентрации в рамках золото-сульфидной формации крайне редки. Анализ факторов, контролирующих золотое гидротермальное оруденение этапа ТМА в описываемом и в ряде других районов Малого Кавказа, позволяет связать золоторудную минерализацию с субмеридиональной зоной разломов шириной в 16—17 км, насыщенной кольцевыми структурами диаметром 1—5 км. На эту зону приходится максимум золоторудных проявлений; наиболее перспективным представляется узел пересечения этой зоны с зоной разломов в-с-в ориентировки. Здесь геофизическими методами установлено погребенное высокоплотное тело, которое может рассматриваться как останец офиолитового надвига, выходы которого известны на западе за пределами участка.

Таким образом, описываемое рудное поле, по нашим данным, располагается в зоне пересечения двух металлогенических зон наложенного гидротермального оруденения этапа ТМА—субширотной полиметаллической и субмеридиональной золоторудной; при этом вторая зона представляется более молодой. В связи с этим здесь следует ожидать телескопирование двух типов минерализации в течение узкого (олигоцен-миоцен) интервала времени, что повышает прогнозную ценность района.

Управление геологии АрмССР,
ВНИИКАМ

Поступила 6. VIII. 1987.

Ս. Վ. ԽԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆ, Հ. Ռ. ԲԱՂԴԱՍԱՐՅԱՆ, Վ. Զ. ՍԱԽԱՏՈՎ, Ե. Ի. ԽԱՐԿՈՎ

ՓՈՔՐ ԿՈՎԿԱՍԻ ԲԱԶՄԱՄԵՏԱՂԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻՑ ՄԵԿԻ
ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԱՅԻՆ ԴԻՐՔԸ ՏԻԵԶԵՐԱԿԱՆ ՆԿԱՐՆԵՐԻ ՏՎՅԱԼՆԵՐՈՎ

Ա մ փ ո փ ու լ մ

Վերջին տարիներս Կովկասի և Միջերկրածովային գոտու մետաղածնական առանձնահատկությունների վերլուծման ժամանակ տիեզերական հանույթների նյութերի օգտագործումը թույլ տվեց յուրովի մոտենալու տարբեր մետաղային օգտակար հանածոների հանքավայրերի տեղաբախման, ծագման և հասակի օրինաչափությունների պարզաբանմանը: Դա հնարավոր դարձավ տիեզերական նկարների վերծանման հետ մեկտեղ մետաղածնական շրջանացման շնորհիվ՝ միաժամանակ օգտագործելով երկրաբանական և երկրաֆիզիկական տվյալները, տեկտոնական զարգացման պատմությունը, ժամանակակից կառուցվածքային պլանը, մագմատիզմը և այլն:

Հիմնականում կիրառված է մեթոդական նոր մոտեցում, որի նպատակն է եղել բնատարածքի տեկտոնական և մետաղածնական շրջանացման բնորոշ առանձնահատկությունների հայտնաբերումը ուշալպիական տեկտոնամագմատիկ ակտիվացմանը նախորդող և բուն ուշ ակտիվացման փուլերում:

Տիեզերական նկարների վրա արտահայտվել են ուշալպիական տեկտոնամագմատիկ ակտիվացման (ՏՄԱ) բոլոր հատկանիշները՝ խզումնային տեկտոնիկան, կամարա-բեկորային բարձրացումները, ձգման զոնաները, տեղաշարժերը, սեղմումը, օղակաձև և ձվաձև կառույցները, կենտրոնատիպ և ձեղքային հրաբխային գործունեության և ներծայթբուկային մագմատիզմի

ինտենսիվ զարգացումը, վրադրված ծալքավորումները, բեկորները, միջանցիկ խզումները և այլն: ՏՄԱ շրջանները բնորոշվում են խճանկարային տարածին-բեկորային կառուցվածքով, որի համար բնորոշ են որոշակի խորքային հատկանիշներ:

Ուսումնասիրված հանքավայրը պատկանում է ՏՄԱ «տարածին-բեկորային» տիպի կառույցներին: Հանքավայրը տեղադրված է էոցենի հրաբխածին-նստվածքային գոյացումներում, որոնք կազմում են համեմատաբար խոշոր, անկման փոքր անկյուններ ունեցող թևերով մի սինկլինորիում: Գիտարկվող հանքավայրի և հանքային շրջանի կառուցվածքում մասնակցում են վերին գեոսինյ մինչև չորրորդականի ժամանակաշրջանի ապարներ, սակայն առավել լայն զարգացում ունեն պալեոգենի, նեոգենի և չորրորդականի գոյացումները: Բավականին լայն տարածում ունեն առանձին խմբերով հանդես եկող ներծալթրուկային ապարները: Գրանը հանդիսանում են գրանիտոիդային մագմայի ածանցյալներ և հավանաբար ունեն մեկ ընդհանուր խորքային օջախ: Ընդհրաբխային մարմինները տեղադրված են շրջանի արևելյան մասում, որտեղ կազմում են միջին էոցեն—միջին պլիոցենի հատակի սիլեր և շերտային կուտակներ: Գայրային մարմիններն ունեն տարբեր հորիզոններ, կողմնորոշում և ձգվածություն: Հանքային շրջանը տեկտոնական տեսակետից զբաղեցնում է Հայկական ծալքավոր գոտու մեջ մտնող, հյուսիս-արևմտյան տարածման մի սինկլինորիումի կենտրոնական մասը: Ընդհանուր առմամբ խաղաղ տեղաշարժային բնույթ ունեցող տեղանքի ֆոնի վրա անկա են ներծալթրուկային և ընդհրաբխային գոյացումների խմբերն ընդգրկող տեկտոնապես լարված տեղամասեր, որոնք բնութագրվում են ապարների խախտվածությամբ, ներծալթրուկային երևույթների և մետասոմատոզի բարձր աստիճանով:

Ըստ հրատարակված գրականության և հաշվետվությունների ավյալների, քննարկվող շրջանում խախտումների թիվը մեծ չէ, դրանցից շատերը ներկայացված են որպես ենթադրվող խախտումներ: Հարկ է նշել, որ ներծալթրուկային և ընդհրաբխային գոյացումների խմբերի կառուցվածքային վերահսկումը ոչ մի կերպ չի արտահայտվում ներկայիս երկրաբանական քարտեզների վրա, որոնք փաստորեն կազմված են առանց տիեզերակա նկարների օգտագործման: Այդ շրջանի կառուցվածքի օրինաչափությունների մանրամասն ուսումնասիրումը հնարավոր դարձավ տիեզերական նկարների մեծ տարածություններ ընդգրկելու և պատկերի ընդհանրացման շնորհիվ:

Վերծանված տիեզերական և բարձրադիր տերոլոսանկարների վրա առավել վստահորեն անջատվում են խախտումնային տեկտոնիկայի տարրերը՝ տարբեր կարգի խզումներն իրենց յուրահատուկ ձևաբանական առանձնահատկություններով, օղակաձև կառույցները, ճեղքվածքները, ջարդվածքային գոտիները: Սալքավոր տեկտոնիկայի տարրերը, ինչպես նաև որոշ ներծալթրուկային գոյացումներ և տարատեսակ հրաբխային և հրաբխածին-նստվածքային ապարներ վերծանված են բարձրադիր տերոլոսանկարներով:

Տիեզերական նկարների վրա արտահայտված սեղանալ ձևակառուցվածքային սլանի ձևավորման վրա առանձին ամենամեծ ազդեցությունն ունեցել են միջանցիկ գծային ձևակառույցները կամ նրանց համապատասխանող արևելք—հյուսիս-արևելյան և արևմուտք—հյուսիս-արևմտյան տարածման տարեգրա-սահրային բնույթի միջանցիկ խզումները, որոնց համաման հանդույցում գոյացել է հանքայնացումը վերահսկող օղակաձև մի կառույց:

Խախտման գոտիների համաման հանդույցներում տեղադրված են նաև տեկտոնա-պլուտոնիկ ծագման փոքր օղակաձև կառույցներ: Նման կա-

ոույցների մետաղաձևական դերի պարզարանման նստատակով այդ կառույցներից մեկի վրա կառուցվել են երկու երկրաբանական կտրվածքներու կտրվածքներից վերցված նմուշների կիսաքանակական սպեկտրալ անալիզից ստացված տվյալները վկայում են այն մասին, որ օդակաձև կառույցների սահմաններում նկատվում է հանքային տարրերի դիսկրետ վերաբաշխում, ինչը, ըստ երևույթին, վկայում է ջրաջերմային հանքային պրոցեսի զարգացման և հանքային նյութի զգալի կուտակման մասին: Ուսումնասիրված հանքային տարրերի պարունակությունը կլարկայինից բարձր է, ուստի նման տիպի օդակաձև կառույցները պետք է դիտել սրպես կարևոր մետաղաձևական գործոն:

Հանքավայրի և հանքային երևակումների տարածական տեղաբաշխման, երկրաբանական և երկրաֆիզիկական անոմալիաների, խզումների, օդակաձև կառույցների, ներծաշխուկային ապարների բնույթի վերլուծությունը թույլ է տալիս առանձնացնելու հանքավերահսկող գործոնների տեղական և ուլտրալ ընդհանրացման աստիճաններու: Հանքային դաշտի սահմաններում դիտվում է վերը նշված գործոնների ամենանպաստավոր համադրությունը, որը թույլ է տալիս առանձնացնելու արևելք—հյուսիս-արևելյան տարածման խախտումների մի դոտի, այն համարելու հանքակուտակող և նշելու դրա հետ կապված հիմնական որոնողական նախապայմաններու:

Նկարագրվող հանքային դաշտը ստացված տվյալների համաձայն տեղադրված է երկու մետաղաձևական գոտիների հատման տեղում, այն է ենթալայնակի՝ քաղմամետաղային և ենթամիջօրեական՝ ոսկեհանքային, ընդ որում, ենթադրվում է, որ երկրորդ գոտին ավելի երիտասարդ է: Այդ կապակցությամբ այստեղ սպասվում է երկու տարրեր բնույթի հանքայնացում ժամանակի մի բավականին նեղ հատվածում, ինչը կնպաստի շրջանի հանքարերություն հեռանկարների ընդլայնմանը:

S. V. MARTIROSIAN, H. R. BAGHDASARIAN, V. Z. SAKHATOV, E. I. MARKOV

THE STRUCTURAL POSITION OF ONE OF THE MINOR CAUCASUS POLYMETALLIC DEPOSITS BY SATELLITE PHOTOGRAPHY DATA

Abstract

The last years using the satellite survey data during metallogenetic analysis of the Caucasus and other regions of the Mediterranean belt allowed in a new fashion to reveal the distribution regularities of ore deposits of different types, origin and age. Such regularities revealing has been attained on the basis of tectonic and metallogenetic zonation carried out together with the analysis of satellite photographs using geological and geophysical data, history of tectonic development, modern structural plan, magmatism and other factors. There was in many respects used a new methodical approach directed to the revealing of characteristic features of the interrelated tectonic and metallogenetic zonation of the area during the stages preceding the Late Alpine tectonic-magmatic activation and during late-activational stage proper.

ЛИТЕРАТУРА

1. Науменко В. В. Эндогенное оруденение в эпохи тектоно-магматической активации Европы. Киев: Наукова думка, 1981. 216 с.
2. Панцужая В. В., Сахатов В. З. Позднеальпийская тектоно-магматическая акти-

визация и металлогения Малого Кавказа — Сов. геология, 1986, № 6, с. 75—85.

3. Паффенгольц К. Н. Кавказ—Карпаты—Балканы. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1971. 169 с.
4. Рудоносность и геологические формации структур земной коры. Под ред. Рундквиста Д. В.. Л: Недра, 1981.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLI, № 1, 30—37, 1988

УДК 551.435.627 (479.25)

В. Р. БОПНАГРЯН

ОПОЛЗНЕВЫЕ (БЛОКОВЫЕ) НАРУШЕНИЯ СКЛОНОВ БАСЕЙНА р. АГСТЕВ (АРМЯНСКАЯ ССР) И НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИХ ИЗУЧЕНИЯ

Рассматриваются оползневые (блоковые) нарушения склонов бассейна р. Агстев. Эти нарушения подразделяются на древние плиоцен-нижнечетвертичные и средне-верхнечетвертичные крупные оползни-блоки и оползни-потоки, названные тектоно-сейсмогравитационными, а также молодые голоценовые и современные оползни сравнительно небольших размеров.

Дается определение понятий «склон» и «оползень» с позиций марксистской диалектики.

Делается вывод о необходимости крупномасштабного картирования оползневых (блоковых) нарушений склонов в пределах всей республики. Подчеркивается важность изучения древних остановившихся тектоно-сейсмогравитационных оползней-блоков и оползней-потоков как особо потенциально опасных при нарушении их равновесного состояния в результате хозяйственного освоения склонов.

При освоении горных районов одной из основных задач является изучение состояния устойчивости склонов. Важно выяснить не только в каком состоянии находятся склоны, но и что «станет» с ними при строительстве и эксплуатации инженерных сооружений. Поэтому ни одно строительство в горных районах не обходится без изучения экзогенных геологических процессов, распространенных на склонах. Среди этих процессов особое место занимают оползни, которые ведут к деформациям склонов и разрушению инженерных сооружений, населенных пунктов и т. п. Частота их встречаемости приводит к тому, что «...суммарный ущерб от разрушения склонов (оползнями—замеч. автора), несомненно, значительно превышает ущерб от одиночных губительных природных процессов» [17, с. 12]. Отсюда ясно, почему оползни являются объектом постоянного внимания со стороны ученых и производственников.

Склоны любого происхождения после своего формирования (а в большинстве случаев одновременно с формированием) под воздействием экзогенных факторов начинают видоизменяться. Происходит выветривание горных пород, слагающих склоны, формируется кора выветривания, которая при наличии определенных условий смещается вниз по склону, изменяя его крутизну и форму.

Смещение коры выветривания на склонах проявляется по-разному в зависимости от целого ряда факторов: крутизны и формы склона, характера растительности, состава и мощности выветрелой массы, ее увлажненности, геологического строения склона, климатических условий и т. п. Это смещение может проявляться резким изменением рельефа склона, его деформацией (в случае обвальных, осыпных, оползневых процессов), а может видоизменять склон и постепенно, незаметно (в случае плоскостного смыва, медленных массовых смещений чехла рыхлого материала).

В литературе под деформацией склона понимается (по Н. Ф. Колотилину) «всякое резко выраженное нарушение склона, сопровождающееся изменением формы и условий устойчивости склона в целом,

визация и металлогения Малого Кавказа — Сов. геология, 1986, № 6, с. 75—85.

3. Паффенгольц К. Н. Кавказ—Карпаты—Балканы. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1971. 169 с.
4. Рудоносность и геологические формации структур земной коры. Под ред. Рундквиста Д. В.. Л: Недра, 1981.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLI, № 1, 30—37, 1988

УДК 551.435.627 (479.25)

В. Р. БОПНАГРЯН

ОПОЛЗНЕВЫЕ (БЛОКОВЫЕ) НАРУШЕНИЯ СКЛОНОВ БАСЕЙНА р. АГСТЕВ (АРМЯНСКАЯ ССР) И НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИХ ИЗУЧЕНИЯ

Рассматриваются оползневые (блоковые) нарушения склонов бассейна р. Агстев. Эти нарушения подразделяются на древние плиоцен-нижнечетвертичные и средне-верхнечетвертичные крупные оползни-блоки и оползни-потоки, названные тектоно-сейсмогравитационными, а также молодые голоценовые и современные оползни сравнительно небольших размеров.

Дается определение понятий «склон» и «оползень» с позиций марксистской диалектики.

Делается вывод о необходимости крупномасштабного картирования оползневых (блоковых) нарушений склонов в пределах всей республики. Подчеркивается важность изучения древних остановившихся тектоно-сейсмогравитационных оползней-блоков и оползней-потоков как особо потенциально опасных при нарушении их равновесного состояния в результате хозяйственного освоения склонов.

При освоении горных районов одной из основных задач является изучение состояния устойчивости склонов. Важно выяснить не только в каком состоянии находятся склоны, но и что «станет» с ними при строительстве и эксплуатации инженерных сооружений. Поэтому ни одно строительство в горных районах не обходится без изучения экзогенных геологических процессов, распространенных на склонах. Среди этих процессов особое место занимают оползни, которые ведут к деформациям склонов и разрушению инженерных сооружений, населенных пунктов и т. п. Частота их встречаемости приводит к тому, что «...суммарный ущерб от разрушения склонов (оползнями—замеч. автора), несомненно, значительно превышает ущерб от одиночных губительных природных процессов» [17, с. 12]. Отсюда ясно, почему оползни являются объектом постоянного внимания со стороны ученых и производственников.

Склоны любого происхождения после своего формирования (а в большинстве случаев одновременно с формированием) под воздействием экзогенных факторов начинают видоизменяться. Происходит выветривание горных пород, слагающих склоны, формируется кора выветривания, которая при наличии определенных условий смещается вниз по склону, изменяя его крутизну и форму.

Смещение коры выветривания на склонах проявляется по-разному в зависимости от целого ряда факторов: крутизны и формы склона, характера растительности, состава и мощности выветрелой массы, ее увлажненности, геологического строения склона, климатических условий и т. п. Это смещение может проявляться резким изменением рельефа склона, его деформацией (в случае обвальных, осыпных, оползневых процессов), а может видоизменять склон и постепенно, незаметно (в случае плоскостного смыва, медленных массовых смещений чехла рыхлого материала).

В литературе под деформацией склона понимается (по Н. Ф. Колотилину) «всякое резко выраженное нарушение склона, сопровождающееся изменением формы и условий устойчивости склона в целом,

либо его отдельных участков. Нарушение может быть вызвано различными физико-геологическими процессами или совокупностью нескольких процессов» [15, с. 42].

Н. Ф. Колотилин [10] различает деформации склона, обусловленные: 1) сейсмическими явлениями; 2) эрозионными процессами; 3) увлажнением, не сопровождающимся просадочными явлениями; 4) увлажнением, сопровождающимся просадочными явлениями.

Другие авторы [9] этот термин употребляют для обозначения вторичных склонов (деформационные склоны), называя первичные склоны «формационными».

На сегодняшний день по оползням опубликовано огромное количество работ (только на русском языке более 3000 наименований), однако каждый автор определяет понятие «сползень» по-своему. Общее в этих определениях—это смещение горных пород вниз по склону под действием силы тяжести.

Если рассматривать оползень в качестве частицы материального мира, то его как процесс можно определить как одну из разновидностей геологической формы движения материи на склонах под действием силы тяжести (последняя является «...самой существенной, основной формой движения в природе» [1, с. 55] в результате изменения материальной среды (горного склона, горных пород). Тогда склон—это материальная среда, характеризующаяся определенным составом, строением и состоянием горных пород, для которой смещение горных масс является опосредованным существованием материи, одной из форм ее движения.

Возникновение оползневых смещений горных пород (под последними понимаются здесь как скальные породы, так и рыхлообломочные накопления) возможно при определенных условиях и наличии так называемого «спускового крючка» [8, 18 и др.], или «повода» (основной причины, приведшей в действие оползневой механизм) [11, 13 и др.]. Обычно же на формирование оползней влияет целый ряд факторов, а один из них как бы «переполняет чашу», нарушает предел устойчивости горных пород, вызывая смещение. Прав Варнс Д. Д. [6], отмечая, что «объяснить оползень одной конкретной причиной удастся редко, если вообще это возможно» (с. 70).

Широко распространены оползни, или оползневые деформации (нарушения) склонов в бассейне р. Агстев (правый приток р. Куры). Они обусловлены геолого-географическими условиями района, а также развитием этой территории в плиоцен-четвертичное время.

Здесь на склонах часто встречаются видоизмененные (нередко до глинистого состояния), сильно трещиноватые, раздробленные породы, а также различные туфоалевролиты, туфобрекчии, туфопесчаники, конгломераты, песчаники, алевролиты, аргиллитоподобные рассланцованные глины, порфириты и т. п. [7], которые при выветривании оглиниваются и (или) сползают сами, или служат хорошей «смазкой» для соскальзывания залегающих выше известняков или рыхлообломочных накоплений. Если к этому добавить еще значительную крутизну склонов и их нередко выпуклый профиль, наличие большого количества разрывных нарушений, приуроченность района к зоне 6—7-балльной сейсмичности, а также увлажнение склонов атмосферными осадками (здесь выпадает до 700 мм и более осадков в год [5]), то станет понятным, почему в бассейне р. Агстев так широко распространены оползневые деформации склонов.

Следует учесть также значительные дифференциальные тектонические движения со смещением блоков по вертикали относительно друг друга в плиоцене и в нижнечетвертичное время в целом на Малом Кавказе [4 и др.] и в бассейне р. Агстев в частности, потере ими монолитности и превращению отдельных их частей в «готовый материал» для вовлечения в новые, уже оползневые, подвижки при появлении соответствующих условий.

Значительную лепту в формирование новых и активизацию уже су-

ществующих оползней в бассейне р. Агстев вносит хозяйственная деятельность человека. Подрезка и перегрузка склонов, их переувлажнение при утечках воды из оросительных каналов, водопроводов и при чрезмерном поливе обрабатываемых участков, сотрясения склонов при прохождении транспортных средств и т.п.— вот неполный перечень антропогенных факторов, оказывающих воздействие на нарушение устойчивости склонов и способствующих их оползневым деформациям. Поэтому нередко «большие разрушительные оползни связаны с деятельностью человека» [17, с. 16].

Оползни бассейна р. Агстев по времени формирования и по величине можно подразделить на: 1) Древние плиоцен-нижнечетвертичные и средневерхнечетвертичные крупные оползни-блоки и оползни-потоки, названные нами тектоно-сейсмогравитационными, исходя из того, что в их формировании немало значение имели тектонические подвижки и сильные землетрясения, сопровождавшие эти подвижки. Крупные сместившиеся массы примерно аналогично именуют и другие исследователи. Так, Арешидзе Г. М. [2] выделяет в Грузии тектоно-гравитационные оползни, а Солоненко В. П. [14] различает сейсмостектонические, гравитационно-сейсмостектонические и сейсмогравитационные геодинамические явления, связанные с землетрясениями. А. Т. Асланян [3] крупные оползни в долине г. Агстев именует олистостромами (нагромождением оползней). 2) Молодые голоценовые и современные оползни сравнительно небольших размеров, а также оползни-спливы и оплывины.

В бассейне р. Агстев на склонах выделяется свыше 300 оползневых деформаций разных порядков, наиболее крупные из которых показаны на схеме (рис. 1). Эти оползневые смещения вместе с массовыми медленными движениями почвенно-грунтовых масс осуществляют в рассматриваемом районе основное перемещение материала на скло-

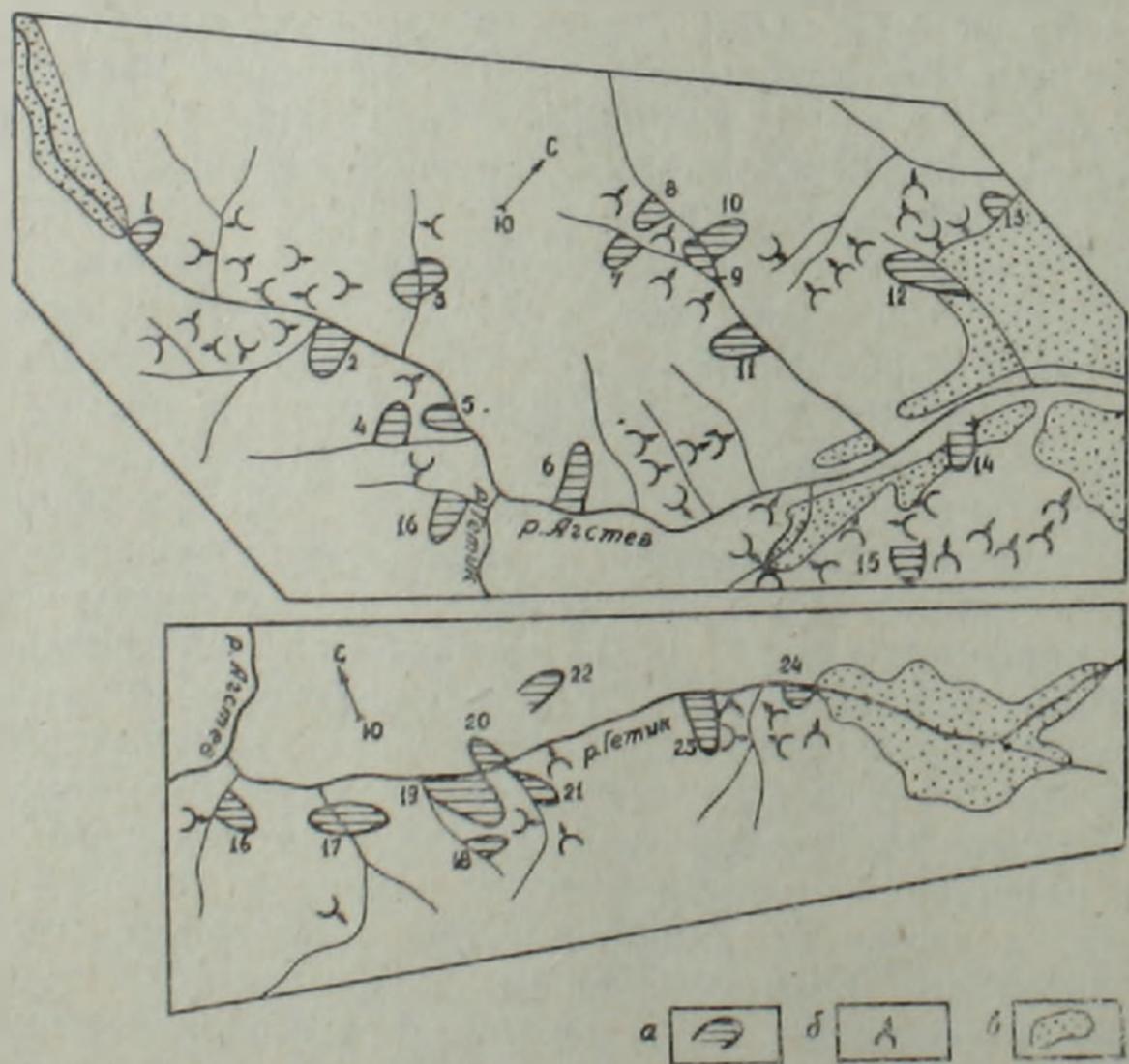


Рис. 1. Схема расположения оползневых (блоковых) нарушений склонов бассейна р. Агстев. а) Тектоно-сейсмогравитационные оползни-блоки и оползни-потоки: 1—Фиолетово, 2—Дилижан, 3—Агарцин, 4—Парзлич, 5—Куйбышев, 6—Вургун, 7—Тойдолянсу, 8—Агбуга, 9—Шарукар, 10—Кызылкая, 11—Гельбулак, 12—Ачаджур, 13—Цахкаван, 14—Хаштарак, 15—Иджеван, 16—Гош, 17—Полад, 18—Барнабад, 19—Чайкенд, 20—Гелкенд, 21—Гарахтатды, 22—Каратопрак, 23—Мартуни, 24—Туджур. б) Относительно небольшие молодые (голоценовые и современные) оползни. в) Озерно-запрудные и озерно-аллювиальные отложения.

нах по уклону. В общем объеме смещаемого материала первым, по-видимому, в силу их значительного распространения принадлежит немалая доля. На участках концентрации оползневых деформаций их роль в смещении материала вниз по склону резко возрастает.

Все выделенные нами оползневые деформации являются составными элементами единого «...непрерывного динамического ряда» (по [12]): от мелких поверхностных смещений (разрывы дернины со сползанием, сплывы, оплывины) и мелких оползней до крупных оползней, вплоть до тектоно-сейсмогравитационных оползней-блоков и оползней-потоков громадных размеров. К последним относятся оползневые деформации склонов в районе г. Дилижана, у с. с. Вургун, Ачаджур, Мартуни, Гелкенд, Чайкенд и др. (рис. 1—2). Часть из них, в долине р. Агстев, детально описана ранее [3]. В рельефе эти тектоно-сейсмогравитационные оползней-блоки и оползней-потоки часто выделяются холмисто-бугристой поверхностью с заболоченными понижениями, отдельными хорошо сохранившимися глыбами коренных пород, которые как бы «плавают» в щебенисто-суглинистых образованиях (продукте раздробления и перетирания коренных пород при землетрясениях и оползневых подвижках). Мощность нарушенных при оползневых деформациях пород склонов в бассейне р. Агстев составляет, по данным бурения, от нескольких десятков метров до 100—170 м (с. Вургун—110—160 м, с. Ачаджур—170 м и т. п.). Линейные размеры крупных оползней-блоков и оползней-потоков составляют: длина до нескольких километров (Вургун, Мартуни—более 6 км), ширина—1—2 км и более.

Обращает на себя внимание тот факт, что крупные оползней-потоки имеют значительную амплитуду горизонтального перемещения—до 0,5—1,0 км и в их языковой части русло реки сильно отклонено в противоположную сторону (рис. 2).

Такой характер присущ, по [19], оползням, в возникновении которых большую роль сыграли землетрясения. Вертикальные смещения при этом относительно малы. Большую амплитуду горизонтального перемещения Емельянова Е. П. [8] объясняет избыточным горизонтальным ускорением, полученным оползнем при землетрясении.

Оползневые деформации крупных размеров способствует и насыщенность склонов разрывными нарушениями [16], которых довольно много в бассейне р. Агстев.

Если древние крупные оползней-блоки и оползней-потоки обязаны своим происхождением в основном тектоническим движениям дифференциального характера (вертикальные смещения блоков относительно друг друга и, как следствие, разломы, смятие и раздробление пород, землетрясения, изменение параметров склонов и т. п.; увлажнение пород как бы дополняло весь спектр оползневых причин и способствовало их смещению), то современные оползни, как правило, связаны с хозяйственной деятельностью человека. Только небольшая часть современных оползне-

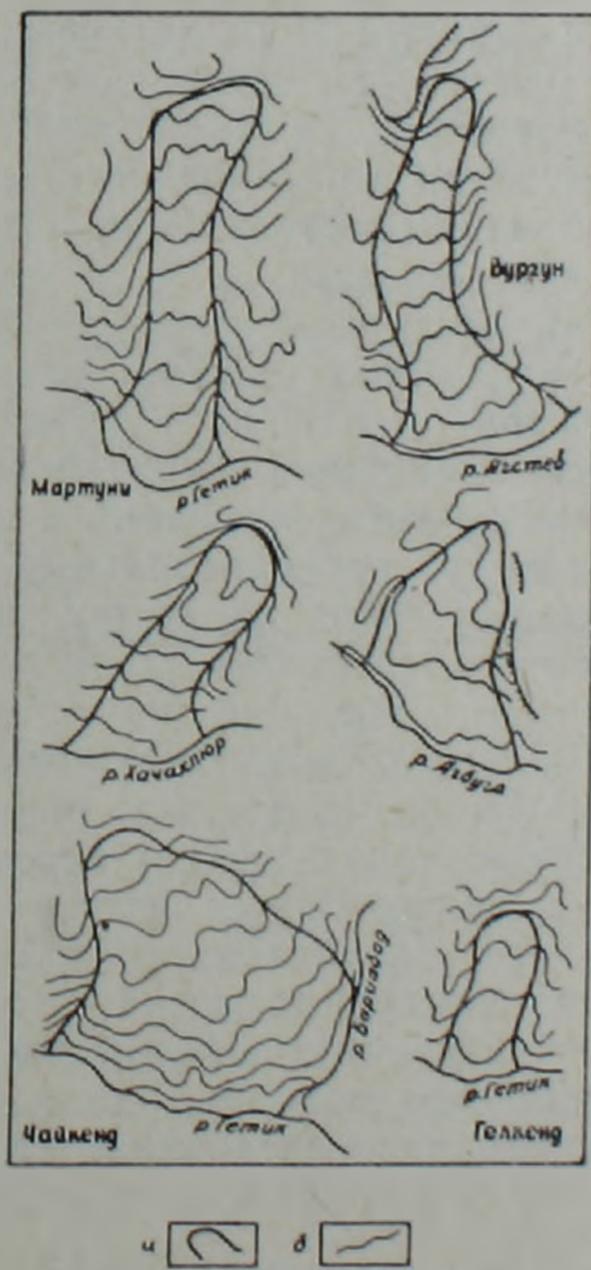


Рис. 2. Характерные тектоно-сейсмогравитационные оползней-блоки и оползней-потоки (масштаб 1:100 000). а) Контуры оползней. б) Горизонталь рельефа (проведены через 100 м).

вых деформаций склонов обязана своим происхождением естественным природным причинам: подмыв основания склона рекой, переувлажнение отдельных участков склона дождевыми и талыми водами и т. п.

Современные оползни осложняют концевые части почти всех древних оползней-блоков и оползней-потоков. Таковы активные оползневые подвижки на древних оползнях-блоках в черте г. Дилижана, на оползнях-потоках у с. с. Вургун, Мартуни, Чайкенд, Ачаджур и др. Мощность современных активных оползней составляет от нескольких метров до 20—30 м.

Исследования показывают, что на склонах в бассейне р. Агстев в целом мощность рыхлых накоплений небольшая (обычно 0,5—1,0 м, редко больше), однако в оползневые подвижки вовлекаются значительно более мощные толщи. Это противоречие объясняется захватом оползневыми деформациями и коренных пород (их верхних ослабленных в результате разных причин горизонтов), которые при смещении раздробляются и перетираются, поэтому создается впечатление о значительной мощности рыхлых делювиальных или других склоновых накоплений.

При изучении склонов необходимо обращать больше внимания на древние оползни-блоки и оползни-потоки. Нередко они почти не выражаются в рельефе, однако их следует выявить, закартировать и изучить. Обычно такие древние оползневые массы обладают более низкими значениями показателей физико-механических свойств, чем ненарушенные породы и поэтому они мало пригодны для строительства на них различных сооружений, которые могут нарушить их равновесное состояние.

Эти древние, в настоящее время большей частью остановившиеся и неактивные (или активные лишь их поверхностные толщи в языковой части), сместившиеся блоки и потоки вследствие нарушения их равновесного состояния при строительстве и эксплуатации инженерных сооружений могут активизироваться и прийти в движение. Последствия их подвижек трудно даже предсказать из-за огромных объемов таких оползневых масс.

В настоящее время не только в Армянской ССР, но и во многих других горных районах нашей страны строительство инженерных сооружений все больше продвигается в горы, при этом склоны становятся площадкой для строительства. Знание состояния устойчивости таких склонов, сведения о геологических склоновых процессах, могущих сыграть отрицательную роль для инженерных сооружений, представляют собой насущную задачу в первую очередь для проектировщиков и строителей, а не только для ученых. Поэтому назрела необходимость создания крупномасштабных карт распространения оползневых (блоковых) деформаций склонов для всей территории нашей республики, на что еще раньше обратил внимание Асланян А. Т. [3]. Наличие таких карт у проектировщиков и строителей позволит избежать значительных затрат для защиты инженерных сооружений в процессе эксплуатации от оползней в случае правильного (с учетом научной информации карт) их размещения.

Оползневые деформации являются составной частью процесса формирования склонов, одной из разновидностей склоновых процессов, поэтому их исследование следует проводить в рамках изучения закономерностей развития склонов и перемещения на них выветрелого материала.

Ереванский государственный
университет

Поступила 9.VI.1987.

ԱՂՍՏԵՎ ԳԵՏԻ ԱՎԱԶԱՆԻ (ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ) ԼԱՆՁԵՐԻ ՍՈՂԱՆՔԱՅԻՆ
(ԲԵԿՈՐԱՅԻՆ) ԽԱՆՏՈՒՄՆԵՐԸ ԵՎ ԴՐԱՆՑ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՄԱՆ ՈՐՈՇ ՀԱՐՑԵՐ

Ա մ փ ո փ ու մ

Լեռնային շրջանների տնտեսական յուրացման ընթացքում կարևոր խնդիրներից մեկը լանջերի կայունության վիճակի ուսումնասիրությունն է: Այդ պատճառով էլ շինարարական ոչ մի աշխատանք չի կատարվում առանց լանջերի վրա ընթացող արտածին երկրաբանական երևույթների ուսումնասիրման: Դրանց մեջ առանձնահատուկ տեղ են գրավում սողանքները, որոնք առաջ են բերում լանջերի ձևախախտում, բնակավայրերի և ինժեներային կառույցների ավերում:

Սողանքները կամ լանջերի սողանքային ձևախախտումները լայն տարածում ունեն Աղստե գետի ավազանում: Դրանք պայմանավորված են շրջանի երկրաբանա-աշխարհագրական պայմաններով, ինչպես նաև պլիոցեն-չորրորդական ժամանակաշրջանում բնատարածքի դարգացման բնույթով: Այստեղ արդեն գոյություն ունեցող սողանքների ակտիվացման և նորերի ձևավորման գործում զգալի դեր է կատարում նաև մարդու տնտեսական գործունեությունը:

Աղստե գետի ավազանի սողանքներն ըստ մեծության և նրանց ձևավորման ժամանակաշրջանի կարելի է ստորաբաժանել հին՝ պլիոցեն-ստորին շորրորդականի և միջին-վերին շորրորդականի հասակների խոշոր սողանք, բեկորների և սողանք-հոսքերի, որոնք համարվում են տեկտոնա-սելյամագրավիտացիոն, ինչպես նաև ոչ մեծ չափերի երիտասարդ՝ հոլոցենյան ու ժամանակակից սողանքների: Աղստե գետի ավազանում առանձնացվում են տարբեր կարգի, թվով 300-ից ավելի սողանքային ձևախախտումներ:

Տեկտոնա-սելյամագրավիտացիոն սողանք-բեկորները և սողանք-հոսքերը բնութագրվում են բլրա-թմբային մակերևույթներով և ճահճացած ցածրաջումներով, արմատական ապարների առանձին, լավ պահպանված բեկորներով, որոնք կարծես թի «լողում են» խճա-կավավազային գոյացումների մեջ: Սողանքային տեղաշարժման հետևանքով լանջերի փուխը նյութի հորությունը հորատման տվյալներով կազմում է մի քանի տասնյակ մետրից մինչև 100—170 մ: Խոշոր սողանք-բեկորների և սողանք-հոսքերի երկարությունը հասնում է մի քանի կմ, իսկ լայնությունը՝ 1—2 և ավելի կմ: Խոշոր սողանք-հոսքերն ունեն հորիզոնական տեղաշարժման զգալի ամպլիտուդ՝ 0,5—10 կմ:

Համարյա թե բոլորը հին սողանք-բեկորների և սողանք-հոսքերի վերջնային մասերը բարդեցված են ժամանակակից սողանքներով, որոնք հիմնականում մարդու տնտեսական գործունեության հետևանք են: Ժամանակակից սողանքային տեղաշարժերի մի փոքր մասն է միայն իր ծագմամբ պարտական բնական պայմաններին:

Լանջերի ուսումնասիրության ժամանակ անհրաժեշտ է մեծ ուշադրություն դարձնել հին սողանք-բեկորների և սողանք-հոսքերի վրա: Հաճախ սխալման վտանգ է կարգի չեն արտահայտվում և անհրաժեշտ է նրանց հայտնարել, ուսումնասիրել և քարտեզագրել:

Սովորաբար այդպիսի հին սողանքային պահպանվածներն ունեն ֆիզիկա-մեխանիկական հատկանիշների ավելի ցածր ցուցանիշներ, քան շխախտված ապարները, ուստի պիտանի չեն շինարարական կառույցների համար, որովհետև վերջիններս կարող են խախտել նրանց հավասարակշիռ վիճակը: Հա-

վասարակշիռ վիճակի խախտումը առաջ է բերում սողանքի ակտիվացում: Այդ պատճառով էլ անհրաժեշտ է ամբողջ հանրապետության համար կազմել սողանքային խախտումների տարածման խոշոր մասշտաբի քարտեզներ, որոնք թույլ կտան լաճերի տնտեսական յուրացման ժամանակ խուսափելու ինժեներային կառույցների պաշտպանության նպատակով կատարվող զգալի ծախսերից:

V. R. BOYNAGRIAN

THE LANDSLIDE (BLOCK) DEFORMATIONS OF THE AGHSTEV RIVER BASIN (ARMENIAN SSR) SLOPES AND SOME PROBLEMS OF THEIR STUDY

A b s t r a c t

The landslide (block) deformations of the Aghstev river basin slopes are considered. These deformations are subdivided into the old i. e. Pliocene—Lower Quaternary and Middle—Upper Quaternary large block-landslides and flow-landslides, which are of a tectonic-seismic-gravitational nature as well as the young i. e. Holocene and recent ones of comparatively small sizes.

A conclusion is made on the necessity of slopes landslide (block) deformations large-scale mapping within the limits of the all Armenian SSR territory. The importance of study of the old already stopped tectonic-seismic-gravitational block-landslides and flow-landslides as especially potential dangerous ones during their equilibrium loss as a result of the slopes economical digest is underlined.

ЛИТЕРАТУРА

1. Энгельс Ф. Диалектика природы. М.: Политиздат, 1982. 359 с.
2. Арешидзе Г. М. Оползни Грузинской ССР. Тбилиси: Изд. Мецниереба, 1980. 147 с.
3. Асланян А. Т. Крупные олистостромы плиоценового возраста в долине р. Агстев (АрмССР).—Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, 1979, № 1, с. 24—32.
4. Асланян А. Т., Саядян Ю. В. Хроностратиграфия плиоцен-четвертичных образований Армении.—В кн.: Тезисы докл. к 27 междунар. геол. конгрессу. Том I. М.: Наука, 1984, с. 343—344.
5. Атлас сельского хозяйства Армянской ССР. М.—Ереван: Изд. ГУГК, 1984. 189 с.
6. Варнс Д. Д. Движение склонов, типы и процессы.—В кн.: Оползни. Исследование и укрепление. М.: Мир, 1981, с. 32—85.
7. Геология Армянской ССР. Т. 2. Стратиграфия. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1964. 432 с.
8. Емельянова Е. П. Основные закономерности оползневых процессов. М.: Недра, 1972. 310 с.
9. Зограбян Л. Н., Мкртчян Г. Р. К теории развития склонов областей эпигеосинклинальных гор Передней Азии.—В кн.: Основные направления развития геоморфологической теории. Тезисы докл. к 17 пленуму Геоморфологической комиссии АН СССР. Новосибирск: Изд. ИГиГ, 1982, с. 52—53.
10. Колотилин Н. Ф. Деформации горных и береговых склонов в условиях сейсмических и селевых районов юго-восточного Казахстана. Алма-Ата: Изд. АН КазССР, 1961. 155 с.
11. Ломтадзе В. Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика. Л.: Недра, 1977, 279 с.
12. Оллиер К. Тектоника и рельеф. М.: Недра, 1984, 460 с.
13. Попов И. В. Инженерная геология. М.: Изд. МГУ, 1959, 510 с.
14. Солоненко В. П. Землетрясение и рельеф.—Геоморфология, 1973, № 4, с. 3—13.
15. Тимофеев Д. А. Терминология денудации и склонов. М.: Наука, 1978, 242 с.

16. Хромовских В. С. Каменный дракон. М.: Мысль, 1984, 156 с.
17. Шустер Р. Л. Введение.—В кн.: Оползни. Исследование и укрепление. М.: Мир, 1981, с. 9—31.
18. Sowers G. B., Sowers G. P. Introductory Soil Mechanics and Foundations. New York: Macmillan, 1970. 556p.
19. Tazieff H. Interprétation des glissements de terrain accompagnant le grand séisme du Chili.—Bull. Soc. Belge de Géologie, 1960, 69, № 3.

Известия АН АрмССР. Науки о Земле. XLI, № 1, 37—42, 1988

УДК 551.579

Р. Г. РЕВАЗЯН, Э. А. АЙРАПЕТЯН

ПОСТУПЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВОГРУНТЫ СО СТОКОВЫМИ ВОДАМИ С ДЕРЕВЬЕВ

Показано, что стекаемые с деревьев воды являются одним из источников поступления питательных веществ в обнаженные почвогрунты оз. Севан. Полученные данные могут быть использованы в разработке мероприятий по регулированию биогеохимического круговорота веществ в ландшафтах и для контроля над состоянием природной среды.

В изучении биогеохимического круговорота веществ существенное значение имеют антропогенные примеси в атмосферных осадках, которые в определенных условиях могут становиться опасными загрязнителями. Известно, что в лесных экосистемах происходят аккумуляция и трансформация примесей, содержащихся в атмосферных осадках [8, 9]. Часть этих веществ попадает в почву как непосредственно с атмосферными выпадениями, так и с водами, стекаемыми с деревьев [2, 4, 6].

Материал и методика. Исследования проводились на опытном участке Цовинарской высокогорной лесомелиоративной станции Института ботаники АН АрмССР в 30-летних насаждениях сосны обыкновенной, культивированных на донных грунтах, вышедших на дневную поверхность в 1946—1950 гг. Полнота насаждений 0,93, сомкнутость кроны 1,0. Средняя высота деревьев 12,4 м, диаметр на высоте 1,3 м—14 см. Контрольный участок представлен травяным покровом горно-степного типа, с преобладанием разнотравья. Почвогрунты представлены слабо развитым, слабогумусированным песчано-галечником.

Для сбора образцов стоковых вод использовали самодельные пристольные воронки из полиэтиленовой пленки, по которым стекающая по стволам вода (стволовые воды) поступает в специальные водоприемники для вод, прошедших через крону деревьев. Водоприемники были установлены прямо под кроной (кроновые воды), а дождевые воды собирались в осадкомерах.

Ионы Са, Mg, SO₄ определяли трилометрически, HCO₃—объемным методом. Для определения хлора пользовались методом Мора, фосфор определяли по методу Труога-Мейера, нитраты по Грандвалю-Ляжу, нитриты—реактивом Грисса, аммиачный азот—реактивом Несслера. Натрий и калий определяли на пламенном фотометре. Концентрацию водородных ионов измеряли с помощью рН-метра [7].

Образцы почв брались из разрезов, сделанных под кроной у ствола дерева и на открытом месте—прогалине.

Механический состав почв определяли по Качинскому. Химические анализы образцов проводили общепринятыми методами [1, 5]. Микроэлементы определяли методом количественного спектрального анализа на кварцевом спектрографе ИСП—28.

16. Хромовских В. С. Каменный дракон. М.: Мысль, 1984, 156 с.
17. Шустер Р. Л. Введение.—В кн.: Оползни. Исследование и укрепление. М.: Мир, 1981, с. 9—31.
18. Sowers G. B., Sowers G. P. Introductory Soil Mechanics and Foundations. New York: Macmillan, 1970. 556p.
19. Tazieff H. Interprétation des glissements de terrain accompagnant le grand séisme du Chili.—Bull. Soc. Belge de Géologie, 1960, 69, № 3.

Известия АН АрмССР. Науки о Земле. XLI, № 1, 37—42, 1988

УДК 551.579

Р. Г. РЕВАЗЯН, Э. А. АЙРАПЕТЯН

ПОСТУПЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВОГРУНТЫ СО СТОКОВЫМИ ВОДАМИ С ДЕРЕВЬЕВ

Показано, что стекаемые с деревьев воды являются одним из источников поступления питательных веществ в обнаженные почвогрунты оз. Севан. Полученные данные могут быть использованы в разработке мероприятий по регулированию биогеохимического круговорота веществ в ландшафтах и для контроля над состоянием природной среды.

В изучении биогеохимического круговорота веществ существенное значение имеют антропогенные примеси в атмосферных осадках, которые в определенных условиях могут становиться опасными загрязнителями. Известно, что в лесных экосистемах происходят аккумуляция и трансформация примесей, содержащихся в атмосферных осадках [8, 9]. Часть этих веществ попадает в почву как непосредственно с атмосферными выпадениями, так и с водами, стекаемыми с деревьев [2, 4, 6].

Материал и методика. Исследования проводились на опытном участке Цовинарской высокогорной лесомелиоративной станции Института ботаники АН АрмССР в 30-летних насаждениях сосны обыкновенной, культивированных на донных грунтах, вышедших на дневную поверхность в 1946—1950 гг. Полнота насаждений 0,93, сомкнутость кроны 1,0. Средняя высота деревьев 12,4 м, диаметр на высоте 1,3 м—14 см. Контрольный участок представлен травяным покровом горно-степного типа, с преобладанием разнотравья. Почвогрунты представлены слабо развитым, слабогумусированным песчано-галечником.

Для сбора образцов стоковых вод использовали самодельные пристольные воронки из полиэтиленовой пленки, по которым стекающая по стволам вода (стволовые воды) поступает в специальные водоприемники для вод, прошедших через крону деревьев. Водоприемники были установлены прямо под кроной (кроновые воды), а дождевые воды собирались в осадкомерах.

Ионы Са, Mg, SO₄ определяли трилометрически, HCO₃—объемным методом. Для определения хлора пользовались методом Мора, фосфор определяли по методу Труога-Мейера, нитраты по Грандвалю-Ляжу, нитриты—реактивом Грисса, аммиачный азот—реактивом Несслера. Натрий и калий определяли на пламенном фотометре. Концентрацию водородных ионов измеряли с помощью рН-метра [7].

Образцы почв брались из разрезов, сделанных под кроной у ствола дерева и на открытом месте—прогалине.

Механический состав почв определяли по Качинскому. Химические анализы образцов проводили общепринятыми методами [1, 5]. Микроэлементы определяли методом количественного спектрального анализа на кварцевом спектрографе ИСП—28.

Результаты и обсуждение. Концентрация атмосферных осадков значительно изменяется при стекании их по стволам и через крону деревьев (табл. 1). Оценка поступления атмосферных осадков, стволовых и кроновых вод в обнаженные почвогрунты оз. Севан может быть выполнена по величине их относительной токсичной массы в соответствии с методикой [3]. Относительная токсичная масса стока, содержащего n_i -х загрязняющих компонентов, определяется по формуле:

$$m_n = \sum_{i=1}^n I_i V,$$
 где $I_i = I_0 C_i$ — относительная токсичность i -го компонента, присутствующего в стоке, объемом V м³, в концентрации C_i , г/м³, $I_0 = 1/\text{ПДК}_i$ — индекс относительной токсичности i -го компонента при его предельно-допустимой концентрации в водоеме ПДК_i , г/м³.

Полученные данные показывают, что основными загрязняющими ионами, присутствующими в стволовых и кроновых водах, являются азотсодержащие ионы NO_2^- и NH_4^+ , на долю которых приходится 87—93% относительно токсичной массы. Некоторую опасность для загрязнения поверхностных грунтовых вод представляют стволовые воды, которые загрязнены азотсодержащими ионами в 8—10 раз больше, чем дождевые. Однако сорбция азотсодержащих ионов почвой и растением и их последующий обмен, очевидно, заметно препятствуют их поступлению в грунтовые воды.

Стекающие с деревьев и проходящие непосредственно через их крону воды заметно богаче почти всеми ионами по сравнению с дождевыми. При этом кроновые воды менее концентрированы, чем стволовые. Химизм стволовых и кроновых вод, как показывают данные, значительно меняется в зависимости от сезона. Так, в июне отмечается наибольшая концентрация элементов в просачивающейся воде, несмотря на довольно частые дожди. В стволовых и кроновых водах отмечается слабощелочная реакция, а в дождевых водах — слабокислая.

Обогащение стоковых вод некоторыми химическими элементами, очевидно, происходит в основном за счет смывания с кроны деревьев осевших в виде пыли различных веществ и частичного выщелачивания химических элементов с листьев.

Для выявления характера влияния дождевых вод, проникающих сквозь полог древостоя в почву, нами проведены определения механического и химического составов почвогрунтов.

Результаты определения механического состава почвогрунтов (табл. 2) показали, что около ствола под кроной уменьшилась фракция мелкого песка (0,25—0,05), а содержание фракции 0,05 мм и меньше значительно повысилось. Особенно заметно повысилось содержание фракции пыли и физической глины под кроной деревьев. Для изучаемых почвогрунтов характерно увеличение в верхней части профиля мелких фракций и уменьшение их содержания вниз по профилю. При этом количество фракций 0,05—0,01 мм и <0,01 имеет наибольшую величину в самом верхнем горизонте. Это особенно заметно в почвогрунтах под кроной деревьев. В целом, увеличение в верхних слоях почвогрунтов под покровом леса количества мелких фракций, в том числе и ила, по сравнению с открытой площадкой, очевидно, может быть результатом химического выветривания. Увеличение содержания фракции пыли и физической глины под кроной деревьев привело и к изменению химического состава, что в определенной степени изменяет характер перераспределения веществ.

Данные валового химического анализа (табл. 3) показывают, что Al_2O_3 и Fe_2O_3 в почвогрунтах под кроной подвержены наибольшей миграции и верхний 10—40 см слой ими обеднен, при этом окислы железа выносятся интенсивнее Al_2O_3 . Что касается поведения CaO и MgO , то нужно отметить, что эти окислы также подвержены наибольшей миграции под пологом леса. Очевидно, это происходит из-за того,

Таблица 1

Концентрация ионов и значения относительной токсичности стволых, кроновых и дождевых вод (среднее из 56 проб)

	Срок	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HPO ₄ ²⁻	Сумма	pH	
ПДК, мг/л		50	120	180	40	0.5	0.08	40	300	100	3.5			
I ₀		0.02	0.008	0.005	0.025	2.0	12.5	0.025	0.003	0.01	0.29			
Сточные воды	C _j	июнь	14.5	3.3	9.0	7.6	5.3	0.8	5.2	15.1	42.4	1.3		7.2
			9.5	1.8	5.2	4.1	0.8	0.4	1.8	4.9	24.3	0.5		
	I _i	июнь	0.29	0.026	0.045	0.19	10.6	10.0	0.13	0.045	0.424	0.377	22.12	7.0
			0.19	0.014	0.026	0.102	1.6	5.0	0.045	0.014	0.243	0.145	7.379	
C _i	сентябрь	11.2	2.7	8.2	6.3	1.5	0.4	2.4	5.4	28.3	0.1		7.5	
		8.0	1.0	4.5	3.2	0.6	0.2	1.4	3.4	21.4	0.1			
I _i	сентябрь	0.224	0.021	0.041	0.157	3.0	5.0	0.06	0.016	0.283	0.029	8.831	7.1	
		0.16	0.008	0.022	0.08	1.2	2.5	0.035	0.01	0.214	0.029	4.258		
Дождевая вода	июнь	2.6	2.0	6.7	3.0	1.3	0.1	0.6	6.0	12.0	0.1		6.9	
		0.052	0.016	0.033	0.075	2.6	1.25	0.015	0.018	0.12	0.029	4.208		
C _i	сентябрь	1.5	1.2	5.4	1.0	0.2	0.01	0.01	3.4	9.5	0.01		6.3	
		0.03	0.009	0.027	0.025	0.4	0.125	0.0002	0.01	0.095	0.003	0.724		

Примечание: В числителе—стволые воды, в знаменателе—кроновые воды. C_i—концентрация ионов в г/м³, I_i—индекс относительной токсичности i-го компонента при ПДК_i г/м³.

Таблица 2

Содержание механического состава почвогрунтов (среднее из 24 проб)

Место взятия образцов	Глубина, см	Содержание фракций, % · размер частиц, мм								
		10-3	3-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
Под кроной древостоя	0-10	—	—	3,4	5,5	64,3	5,4	9,0	7,0	5,4
	10-20	—	—	2,1	9,8	65,9	7,0	7,3	4,0	3,9
	20-40	—	—	3,0	9,3	64,9	10,5	3,1	4,8	4,4
	40-60	—	—	4,1	4,8	76,9	9,7	1,1	1,0	2,4
На прогалине	0-10	—	—	4,8	9,7	75,3	4,3	2,1	2,3	1,5
	10-20	—	—	7,2	11,3	74,3	4,0	1,7	0,4	1,1
	20-40	2,0	5,4	5,3	7,4	74,0	3,7	1,4	0,6	0,2
	40-60	—	7,9	6,7	5,5	73,0	5,0	0,3	0,7	0,4

Таблица 3

Содержание валового химического состава почвогрунтов, в % (среднее из 24 проб)

Место взятия образцов	Глубина, см	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	CO ₂	Na ₂ O	TiO ₂	SiO ₂	п.п.п.
Под кроной древостоя	0-10	13,5	7,8	2,8	8,9	4,8	2,6	2,1	1,2	51,2	5,1
	10-20	10,6	3,6	3,7	7,8	3,5	4,3	3,2	1,6	54,0	7,7
	20-40	10,1	3,3	3,4	6,1	3,4	5,3	3,1	1,4	55,4	8,5
	40-60	12,5	6,4	3,0	4,0	1,9	5,9	2,0	1,9	55,9	6,5
На прогалине	0-10	12,3	5,3	1,9	10,8	6,2	1,7	2,5	1,3	51,6	6,4
	10-20	11,5	4,1	2,5	11,8	5,2	1,7	2,7	2,7	52,8	5,5
	20-40	12,2	6,4	2,9	8,6	6,3	0,9	2,9	0,9	52,4	6,5
	40-60	13,4	6,3	1,4	8,4	6,0	1,9	2,9	0,9	52,0	6,8

что в приствольные участки поступает больше атмосферных осадков, и при хорошей фильтрации растворимые продукты выносятся вниз по профилю интенсивнее, чем на прогалине.

Относительно кремнезема, натрия и титана отмечается равномерное распределение их по профилю почвогрунтов, при этом содержание SiO₂ как под кроной, так и на прогалине самое высокое, на втором месте полуторные окислы R₂O₃, среди которых Al₂O₃ в 2—3 раза больше, чем Fe₂O₃.

Длительное действие стволовых вод приводит к увеличению содержания в почвогрунтах гумуса, азота и калия.

Содержание гумуса в почвогрунтах незначительно и колеблется в небольших пределах—0,12—0,58%. Относительно высокое содержание его, как показывают данные табл. 4, отмечается под кроной деревьев и в верхнем слое почвы. Распределение общего азота примерно такое же, как и гумуса. Так, валового азота под кроной деревьев почти вдвое больше, чем в почве на прогалине. В почвогрунте под кроной деревьев отмечается особенно высокое содержание калия, что объясняется обильным вымыванием калия дождевыми водами, стекающими с древостоя. Разница в содержании фосфора в почвогрунте под кроной деревьев и на прогалине незначительна.

Это, по-видимому, объясняется тем, что в дождевой воде, прошедшей сквозь крону деревьев, отмечалось незначительное увеличение концентрации фосфора.

Таблица 4

Содержание гумуса, азота, фосфора и калия в почвогрунтах (среднее из 12 проб)

Место взятия образцов	Глубина, см	Гумус, %	Валовое, %			Подвижные, мг на 100 г почвы		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Под кроной древостоя	0—20	0,58	0,05	0,38	1,88	5,20	2,53	35,27
	20—40	0,34	0,03	0,32	1,82	2,52	1,19	33,72
На прогали- не	0—20	0,28	0,02	0,33	1,30	2,58	1,79	22,38
	20—40	0,23	0,01	0,36	1,32	1,47	0,72	25,56

Высокое содержание микроэлементов отмечается в верхнем слое (0—20 см) почвогрунтов под кроной деревьев, что, очевидно, объясняется стекающими с деревьев и просачивающимися через кроны деревьев водами (табл. 5).

Таблица 5

Содержание некоторых микроэлементов в почвогрунтах, в % (среднее из 12 проб)

Место взятия образцов	Глубина, см	Mn	Co	Cu	Zn	Li	Ni
Под кроной древостоя	0—20	0,10	0,013	0,018	0,0075	0,018	0,075
	20—40	0,055	0,0018	0,0032	0,0030	0,0024	0,0042
На прогалине	0—20	0,06	0,0032	0,0042	0,0042	0,0056	0,0075
	20—40	0,075	0,0042	0,0032	0,0042	0,0024	0,0055

Вероятно, последующее взаимодействие микроэлементов с анионами сульфатов, фосфатов, карбонатов снижает их растворимость и миграцию вниз по профилю почвогрунтов. Низкое содержание микроэлементов в 20—40 см слое под кроной деревьев следует объяснить усиленным поглощением микроэлементов корнями деревьев.

Таким образом, за 30-летний период культивирования сосновых насаждений в почвогрунтах увеличилось количество гумуса, азота, калия и некоторых микроэлементов. В пристволевой зоне отмечается повышение фракции физической глины за счет разрушения более крупных частиц. Некоторую опасность загрязнения азотсодержащими ионами поверхностных грунтовых вод представляют стволые воды, относительная токсичность которых значительно высокая.

В целом, стекающие со стволов и прошедшие через крону деревьев воды являются одним из источников вовлечения в биогеохимический цикл круговорота химических элементов, что необходимо учитывать как при составлении баланса питательных веществ в лесных экосистемах, так и для контроля над состоянием природной среды.

Институт геологических наук АН АрмССР

Поступила 29. I. 1987.

Բ. Հ. ՌԵՎԱԶՅԱՆ, Է. Հ. ՀԱՅՐԱՊԵՏՅԱՆ

ՍԵՎԱՆԱ ԼՃԻ ՄԵՐԿԱՑԱԾ ՀՈՂԱԳՐՈՒՆՏՆԵՐԻ ՄԵՋ ԱՐՏԱՀՈՍՈՂ ՋՐԵՐԻ
ԿՈՂՄԻՅ ԾԱՌԵՐԻՑ ԻՎԱՅԱԾ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ՆՅՈՒԹԵՐԻ ՄՈՒՏՔԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հետազոտությունների շնորհիվ պարզվել է, որ Սևանա լճի հողագրունտների բիմիական սննդանյութերով հարստացման կարևոր աղբյուրներից մեկն էլ հանդիսանում է արտահոսող ջրերի կողմից ծառերի լվացումը:

Ստացված տվյալները կարող են օգտագործվել Սևանա լճի առափնյա

լանդշաֆտներում քիմիական տարրերի կենսակրթաքիմիական շրջանառու-
թյունը կարգավորելու, ինչպիս նաև բնական միջավայրում վերահսկողու-
թյուն սահմանելու նպատակներով:

R. H. REVAZIAN, E. H. HAYRAPETIAN

ON THE CHEMICAL SUBSTANCES ENTRANCE THE SEVAN LAKE EXPOSED SOIL-GROUNDS BY DRAINAGE WATERS FROM THE TREES

A b s t r a c t

It is shown that the flowing down from trees water is one of the sources of nutrient substances which enter the Sevan lake exposed soil-grounds. The obtained data can be used for working out the measures of substances biogeochemical circulation regulation in landscapes as well as for controlling the conditions of natural environment.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 487 с.
2. Бобрицкая М. А. Поступление азота в почву с атмосферными осадками в различных зонах Европейской части СССР.—Почвоведение, 1962, № 12, с. 53—61.
3. Воробьев О. Г., Кириллов В. М. Методические рекомендации по расчету экономического эффекта от внедрения природоохранных мероприятий. Л.: ЛенНИИ Гипрохим, 1985, 55 с.
4. Мина В. Н. Выщелачивание некоторых веществ атмосферными осадками из древесных растений и его значение в биологическом круговороте.—Почвоведение, 1965, № 6, с. 7—17.
5. Программа и методика биогеоценологических исследований. М.: Наука, 1974. 401 с.
6. Ревазян Р. Г., Бабаян Э. Г., Халифян М. А. Характеристика химического состава стоковых вод с деревьев в лесах Дилижанского заповедника.—Биологический журнал Армении, 1983, т. XXXVI, № 3, с. 219—223.
7. Резников А. А., Куликовская Е. П., Соколов И. Ю. Методы анализа природных вод. М.: Госгеолтехиздат, 1963. 404 с.
8. Little P. Deposition of 2.75, 5.0 and 8.5 mm particles to plant and soil surfaces. „Environ Pollut“. 1977, 293—305. pp.
9. Warren I. L. Green Space for Air Pollution Control Tech. Report № 50, School of Forest Resources, North Carolina State Univ, Raleigh, North Carolina, 1973 118 pp.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLI, № 1, 42—47, 1988

УДК 550.837

Е. М. ЛУЛЕЧЯН

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ ВЕТВЕЙ РАЗОРВАННЫХ ВЫСОКООМНЫХ ПЛАСТОВ

В статье приводятся результаты экспериментальных исследований поля точечного источника при наличии разорванного и разорванно-смещенного высокоомного пластообразного тела ограниченных размеров, расположенного в пространстве между питающим электродом и профилем наблюдения. Изучались закономерности распределения поля точечного источника при различных расположениях питающего электрода и профиля наблюдения по отношению к пластообразному телу, расстояниях между ветвями разорванного пласта и амплитудах смещения ветвей. По результатам лабораторных исследований выведены эмпирические формулы и предложена методика для определения элементов залегания плохопроводящего пластообразного тела. Опробование предложенной методики при поисках кварц-карбонатных жил показало хорошие результаты.

В настоящее время все большую значимость и актуальность приобретают выявление и прослеживание плохопроводящих рудных объектов, какими являются кварцевые и карбонатные жилы, дайки различного состава, залежи каменного угля и др. [1, 2, 4, 6].

լանդշաֆտներում քիմիական տարրերի կենսակրթաքիմիական շրջանառու-
թյունը կարգավորելու, ինչպիս նաև բնական միջավայրում վերահսկողու-
թյուն սահմանելու նպատակներով:

R. H. REVAZIAN, E. H. HAYRAPETIAN

ON THE CHEMICAL SUBSTANCES ENTRANCE THE SEVAN LAKE EXPOSED SOIL-GROUNDS BY DRAINAGE WATERS FROM THE TREES

A b s t r a c t

It is shown that the flowing down from trees water is one of the sources of nutrient substances which enter the Sevan lake exposed soil-grounds. The obtained data can be used for working out the measures of substances biogeochemical circulation regulation in landscapes as well as for controlling the conditions of natural environment.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 487 с.
2. Бобрицкая М. А. Поступление азота в почву с атмосферными осадками в различных зонах Европейской части СССР.—Почвоведение, 1962, № 12, с. 53—61.
3. Воробьев О. Г., Кириллов В. М. Методические рекомендации по расчету экономического эффекта от внедрения природоохранных мероприятий. Л.: ЛенНИИ Гипрохим, 1985, 55 с.
4. Мина В. Н. Выщелачивание некоторых веществ атмосферными осадками из древесных растений и его значение в биологическом круговороте.—Почвоведение, 1965, № 6, с. 7—17.
5. Программа и методика биогеоценологических исследований. М.: Наука, 1974. 401 с.
6. Ревазян Р. Г., Бабаян Э. Г., Халифян М. А. Характеристика химического состава стоковых вод с деревьев в лесах Дилижанского заповедника.—Биологический журнал Армении, 1983, т. XXXVI, № 3, с. 219—223.
7. Резников А. А., Куликовская Е. П., Соколов И. Ю. Методы анализа природных вод. М.: Госгеолтехиздат, 1963. 404 с.
8. Little P. Deposition of 2.75, 5.0 and 8.5 mm particles to plant and soil surfaces. „Environ Pollut“. 1977, 293—305. pp.
9. Warren I. L. Green Space for Air Pollution Control Tech. Report № 50, School of Forest Resources, North Carolina State Univ, Raleigh, North Carolina, 1973 118 pp.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLI, № 1, 42—47, 1988

УДК 550.837

Е. М. ЛУЛЕЧЯН

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ ВЕТВЕЙ РАЗОРВАННЫХ ВЫСОКООМНЫХ ПЛАСТОВ

В статье приводятся результаты экспериментальных исследований поля точечного источника при наличии разорванного и разорванно-смещенного высокоомного пластообразного тела ограниченных размеров, расположенного в пространстве между питающим электродом и профилем наблюдения. Изучались закономерности распределения поля точечного источника при различных расположениях питающего электрода и профиля наблюдения по отношению к пластообразному телу, расстояниях между ветвями разорванного пласта и амплитудах смещения ветвей. По результатам лабораторных исследований выведены эмпирические формулы и предложена методика для определения элементов залегания плохопроводящего пластообразного тела. Опробование предложенной методики при поисках кварц-карбонатных жил показало хорошие результаты.

В настоящее время все большую значимость и актуальность приобретают выявление и прослеживание плохопроводящих рудных объектов, какими являются кварцевые и карбонатные жилы, дайки различного состава, залежи каменного угля и др. [1, 2, 4, 6].

Целью настоящей работы является изучение возможности метода погруженных электродов при поиске и разведке разорванного и разорванно-смещенного высокоомного пластообразного тела, расположенного в межвыработочном пространстве.

В статье представляются результаты лабораторных и полевых исследований в виде кривых градиента потенциала (ΔU) по профилям, ориентированным под углом и параллельно простиранию исследуемого объекта.

Известно, что при наличии плохопроводящего пластообразного тела ограниченных размеров кривые градиента потенциала характеризуются двумя экстремумами в районе граней пласта, а местоположение точки перехода кривой ΔU через нуль зависит от положения точечного источника по отношению пласта [3]. При наличии разорванного пласта, расположенного в пространстве между точечным источником и профилем наблюдений, кривая ΔU характеризуется четырьмя экстремумами, соответствующими четырем краям ветвей пласта (рис. 1 а). Появление двух экстремумов кривой ΔU в области разрыва обусловлено тем, что часть тока точечного источника проходит через низкоомный участок, находящийся между ветвями пласта, и за пластом наблюдаются повышенные значения потенциала по отношению к потенциалу при сплошном пласте.

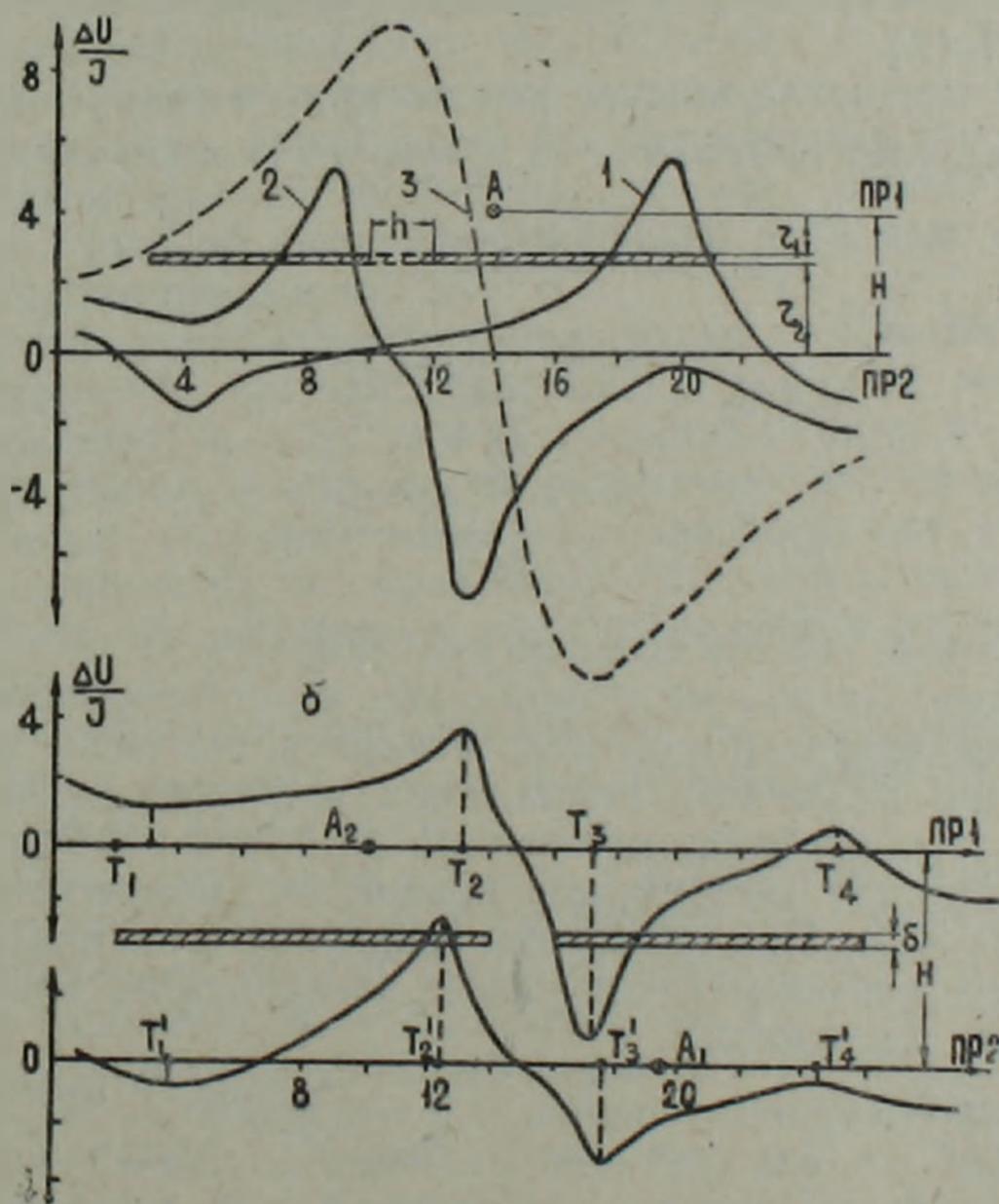


Рис. 1. Кривые градиента потенциала в присутствии плохопроводящей модели рудного тела. а—кривые градиента потенциала нормального поля (кривая 3) при наличии моделей сплошного (кривая 1) и разорванного (кривая 2) пластообразного тела; б—кривые ΔU в присутствии модели разорванного плохопроводящего рудного тела по профилям 1 и 2 при расположении точечного источника в точках A_1 и A_2 соответственно.

Очевидно, что при бесконечной протяженности одной (двух) ветвей пласта кривая ΔU будет характеризоваться тремя (двумя) экстремальными значениями.

Наличие двух дополнительных экстремумов (максимума и минимума) является признаком разорванности пласта высокого сопротив-

ления. При увеличении расстояния между пластом и профилем наблюдений значения ΔU резко снижаются, и кривая становится более плавной. Расстояние между точками экстремумов градиента потенциала (в области разрыва) находится в линейной зависимости от r_2 и при любом значении h (h —длина разрыва) точки экстремумов смещены от проекции концов ветвей пласта в обратную сторону от места разрыва на величину $0,355 r_2$. Это сохраняется при различных положениях точечного источника по отношению к пласту.

Определение протяженности ветвей плохопроводящего тела и места его разрыва, а также расстояния от пласта до профиля наблюдений производится той же методикой, что и при сплошном пласте ограниченных размеров, т. е. следует измерять градиент потенциала по схеме взаимной увязки: измерять ΔU по профилю при положении точечного источника на профиле 2, далее измерять градиент потенциала по 2-му профилю при положении питающего электрода на профиле 1 (рис. 1 б) [2, 3].

Общая протяженность пласта (включая и длину разрыва h) будет:

$$L = d_3 + \frac{r_1}{\sqrt{2}} \quad (1) \quad \text{или} \quad L = d'_3 + \frac{r_2}{\sqrt{2}}, \quad (2)$$

где d_3 (d'_3)—расстояние между точками экстремумов T_1 и T_4 (T'_1 и T'_4) на профиле 1 (2); r_1 (r_2)—расстояние между пластом и профилем наблюдений 1 (2).

Так как мощность пласта (δ) не велика ($\delta \ll H$), то можно принять $H = r_1 + r_2$, следовательно, из формул (1) и (2) можно записать:

$$\begin{aligned} r_1 &= \frac{H - \sqrt{2}(d_3 - d'_3)}{2} \\ L &= d_3 + \frac{H - \sqrt{2}(d_3 - d'_3)}{2\sqrt{2}} \\ h &= d_0 + \frac{H - \sqrt{2}(d_3 - d'_3)}{2\sqrt{2}}, \end{aligned} \quad (3)$$

где d_0 —расстояние между точками экстремумов T_2 и T_3 на профиле 1.

Для увеличения объема информации и достоверности решения обратной задачи геофизики следует измерять градиент потенциала по профилю 2 при различных положениях точечного источника на профиле 1. При этом необходимо точечный источник помещать на профиле 1 в точках проекции экстремумов кривой ΔU , полученной на профиле 2 (в точках T_1 — T_4). При измерении градиента потенциала по профилю 1 подбор точки помещения питающего электрода на профиле 2 производится той же методикой.

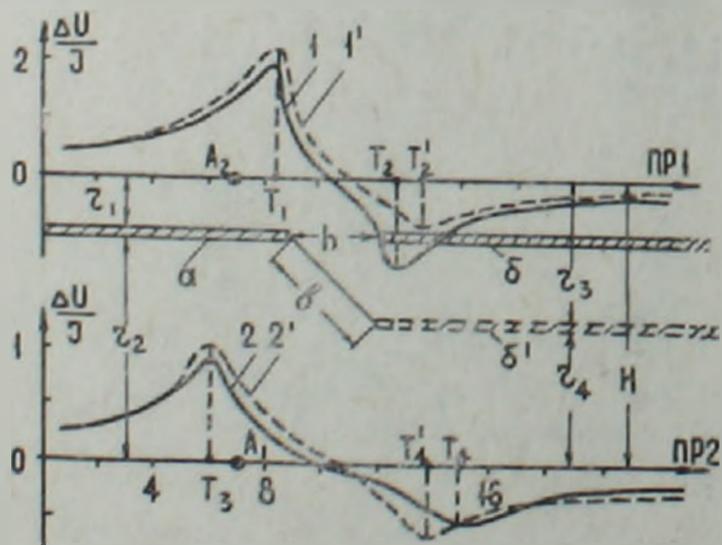


Рис. 2. Кривые градиента потенциала при наличии модели разорванного (кривые 1, 2) и разорванно-смещенного (кривые 1', 2') плохопроводящего рудного тела по профилям 1 и 2 при расположении точечного источника в точках A_1 и A_2 .

На рис. 2 представлены кривые ΔU , полученные по профилям 1 и 2, в присутствии разорванного и разорванно-смещенного пласта высокого электрического сопротивления при расположении питающего электрода в точках A_1 и A_2 . Как видно на рисунке, при перемещении ветви б положение точек максимумов не меняется, так как оно определяется положением ветви а по отношению к профилям наблюдений. Однако при смещении

ветви b абсолютное значение максимумов возрастает и достигает максимального значения при $b=4h$. При этом абсолютное значение минимума уменьшается. Расстояние между точками экстремумов градиента потенциала (d_{τ_1, τ_2} и d_{τ_3, τ_4}) находится в линейной зависимости от расстояния между проекциями граней ветвей пласта (h) и выражается эмпирической формулой:

$$d_{\tau_1, \tau_2} = h + \frac{r_1}{2\sqrt{2}} + \frac{r_3}{2\sqrt{2}}; \quad d_{\tau_3, \tau_4} = h + \frac{r_2}{2\sqrt{2}} + \frac{r_4}{2\sqrt{2}}.$$

Для облегчения интерпретации аномалий ΔU , связанных с разорванным и разорванно-смещенным пластообразными телами, следует рассматривать ветви разорванного пласта как отдельные геологические объекты с ограниченными размерами по простиранию. При этом определение элементов залегания ветвей разорванного пласта со смещением производится той же методикой, что при сплошном пласте ограниченных размеров [3].

С целью оценки величины ошибки при определении размеров пласта проводилась статистическая обработка экспериментальных данных различных протяженностей ветвей пласта, расстояниях между высокоомным пластом и профилем наблюдений (r) и параметром H . Используя известную методику, оценивался выборочный коэффициент корреляции линейной зависимости R [5] между параметрами A и r , где A —расстояние между проекциями экстремума кривой ΔU и кромки пласта. Установлено, что R равен 0,9, что обеспечивает высокую надежность определения местоположения кромок ветвей высокоомного пластообразного тела по вышепредставленной методике. При этом допустимая ошибка не превышает 2%.

Как показали специальные эксперименты, представленные закономерности изменения кривых градиента потенциала остаются справедливыми для пластов с удельным сопротивлением, в пять и больше раз превосходящим удельное сопротивление вмещающей среды.

Разработанную методику можно применять также в скважинном варианте для выявления и определения элементов залегания разорванного и разорванно-смещенного плохопроводящих тел конечных размеров по падению.

Рассмотренные закономерности кривых ΔU и приемы интерпретации проверялись в полевых условиях в горных выработках Шаумянского месторождения АрмССР.

Участок работы горизонта штольни 1 Шаумянского месторождения представлен андезито-дацитовыми порфиритами с удельным электрическим сопротивлением 50—80 Ом·м. В ортах 2, 4, 6 и в штольне 1 вскрыта кварц-карбонатная жила мощностью 1—1,5 м (рис. 3). В орте 8, пройденном параллельно орту 6 на расстоянии 50 м вправо от него, изучаемый объект не обнажается. Удельное электрическое сопротивление высокоомного тела составляет 2700—3200 Ом·м.

На рис. 3 а приведены кривые ΔU (графики 1, 2), полученные в штолке «11 жила» при положении точечного источника в точках A_1 и A_2 в полевом штолке 3. Измерялся также градиент потенциала в штолке 3 (рис. 3 б, графики 1', 2') при положении питающего электрода в штолке «11-я жила» в точках A'_1 и A'_2 . Штолки параллельны друг другу, расстояние между ними (H) составляет 30 м. Как видно на рисунке, кривые 1 и 2 характеризуются четко выделенными минимумами на пикете 47,5 м и двумя максимумами на пикетах 27,5 и 107,5 м соответственно. Наличие трех экстремумов кривых ΔU указывает на ограниченность правой ветви высокоомной жилы и присутствие разрыва между ортами 2 и 4. На кривых 1' и 2' также четко выделяются три экстремума, что подтверждает вышеуказанное предположение.

Исходя из полученных характерных точек кривых и результатов

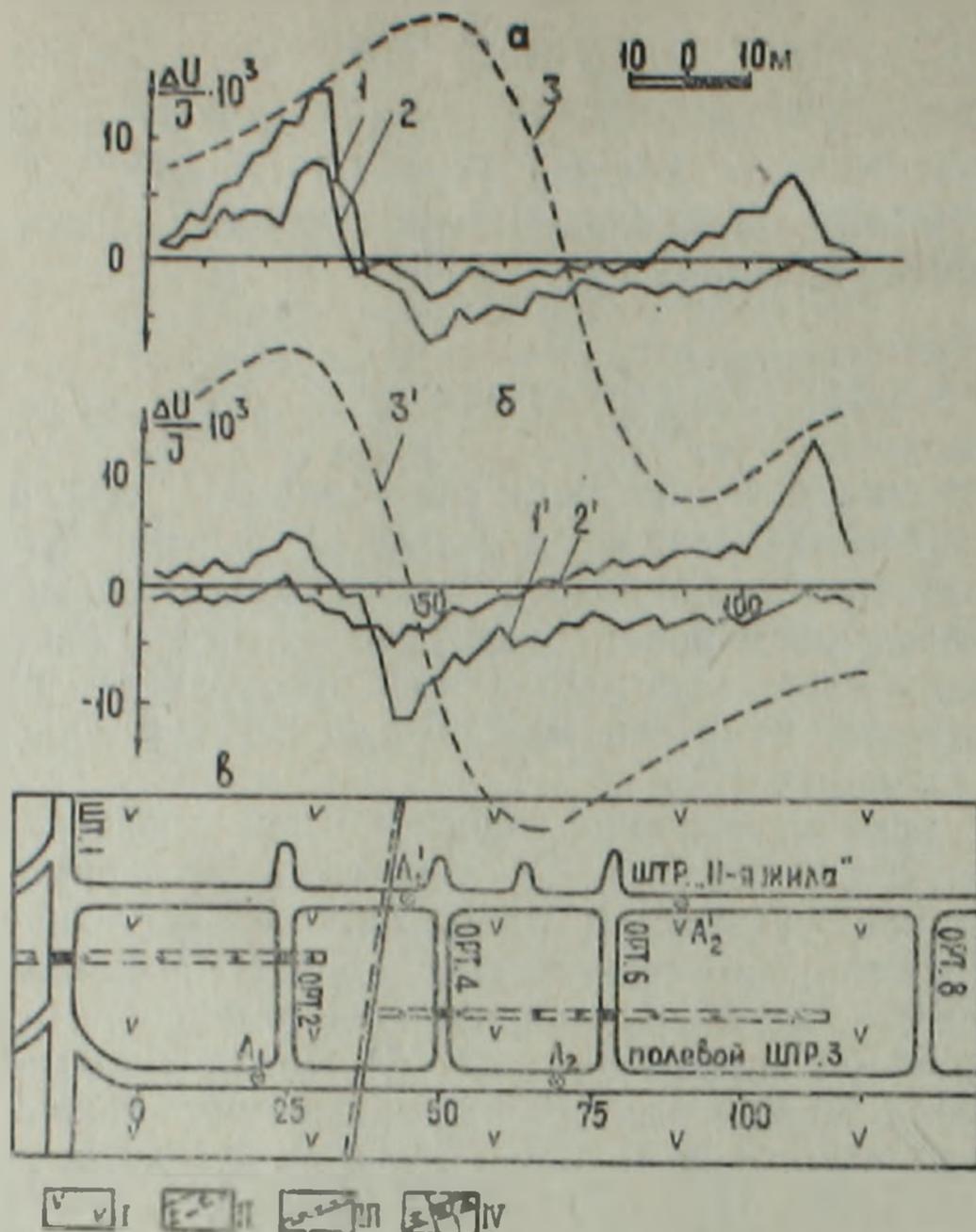


Рис. 3. Кривые градиента потенциала (а, б) и геологический план горизонта штольни I (в) Шаумянского месторождения. 1, 2—кривые ΔU , полученные в штолке «11-я жила» при положении точечного источника на точках A_1 и A_2 в штолке 3; 1', 2'—кривые ΔU , полученные в штолке 3 при положении точечного источника на точках A'_1 и A'_2 в штолке «11-я жила»; 3, 3'—расчетные кривые ΔU нормального поля при положении точечного источника на точках A_2 и A_1 соответственно; I—андезито-дацитовые порфириты; II—кварц-карбонатная жила; III—тектоническое нарушение; IV—вскрытая кварц-карбонатная жила.

расчета, установлено, что кварц-карбонатная жила разорвана и смещена тектоническим нарушением с амплитудой сброса 10 м, расстояние между проекциями ветвей пласта в области разрыва составляет 7 м, правая ветвь исследуемого тела имеет ограниченный размер. Протяженность ее составляет 75 м (между пикетами 115 и 40), она простирается параллельно штолку 3 на расстоянии 10 м от него. Проекция грани левой ветви на профиль наблюдения совпадает с пикетом 33, второй конец ее выходит за границы участка работ.

На основании проведенных лабораторных и полевых исследований можно сделать следующие выводы:

1. Положение экстремумов кривой ΔU у граней высокоомного пласта не зависит от положения точечного источника по отношению к пласту. Оно определяется расстоянием между гранями пласта и профилем наблюдений.

2. При наличии разорванного и разорванно-смещенного пласта кривые градиента потенциала характеризуются четырьмя экстремумами в районах границ ветвей.

3. Расстояние между точками экстремумов градиента потенциала находится в линейной зависимости от h .

ՄԱՍՆԱՏՎԱԾ ԲԱՐՁՐԱՉՄ ՇԵՐՏԵՐԻ ՀԱՏՎԱԾՆԵՐԻ ՉԱՓԵՐԻ ՈՐՈՇՄԱՆ
ՄԵԹՈԴԻԿԱՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոգիվածում բերված են կետային աղբյուրի այնպիսի դաշտի փորձարարական հետազոտությունների արդյունքները, որն առաջանում է սնող էլեկտրոդի և դիտարկվող կտրվածքի միջակայքում սահմանափակ շափեր ունեցող մասնատված և մասնատված-տեղաշարժված բարձրաօհմ շերտանման մի մարմնի առկայության դեպքում: Ուսումնասիրվել են կետային աղբյուրի դաշտի տեղաբաշխման սրինաչափությունները շերտանման մարմնի նկատմամբ սնող էլեկտրոդի և դիտարկվող կտրվածքի տարբեր դիրքերի պայմաններում, ինչպես նաև մասնատված շերտի հատվածների տարբեր հեռավորությունների ու տեղաշարժման տարբեր ամպլիտուդների համար:

Փորձարարական հետազոտությունների արդյունքների հիման վրա էմպիրիկ բանաձևեր են դուրս բերված և ցածր հազորդականություն ունեցող շերտանման մարմնի տեղադրման տարրերի որոշման մի մեթոդիկա է առաջարկված: Այս մեթոդիկան ստուգված է րվարց-կարբոնատային երակների որոնման աշխատանքների ընթացքում և ստացված են գոհացուցիչ արդյունքներ:

E. M. LULECHIAN

THE METHODS OF HIGH-OHM BROKEN BEDS BRANCHES
SIZE DETERMINATION

A b s t r a c t

The experimental investigation results of a point source field with a broken and broken-dislocated high-ohm bediform body of a limited size, which is situated between the feeding electrode and observation profile, are brought in this paper. The point source field distribution regularities are studied at different positions of feeding electrode and observation profile with respect to the bediform body, at distances between the broken bed branches and amplitudes of the branches displacement. Empiric formulas are obtained and methods for bed positions determination are suggested. These methods applying for quartz-carbonate veins searching has brought to satisfactory results.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуревич Ю. М. Корреляция пластов высокоомных горных пород в разрезах скважин.—Геофизическая разведка, вып. 15. М.: Недра, 1964, с. 144—152.
2. Козырин А. К. Электрическая корреляция разрезов скважин. М.: Недра, 1985. 132 с.
3. Лулечян Е. М., Чилингарян А. З. Методика разведки высокоомных жил из горных выработок. Деп. рукопись, ВИНТИ, № 3595—В86, 1986, 17 с.
4. Меньшиков В. А., Шибанок В. И. Корреляция пластов высокого электрического сопротивления.—В кн.: Подземная геофизика при поисках и разведке минерального сырья. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1983, с. 95—102.
5. Никитин А. А. Теоретические основы обработки геофизической информации. М.: Недра, 1986, 341 с.
6. Терехов Б. И., Терехова Р. В. Комбинированное профилирование в присутствии плохопроводящих объектов.—Уч. зап. Ленинградского университета, вып. 28. Л.: 1980, с. 21—30.

РЯДЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПОГЛОЩЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ В РАЗЛИЧНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ТИПАХ ЛАНДШАФТОВ

В процессе формирования биогеохимических ореолов решающую роль играет биогенез, в результате действия которого происходит накопление ряда элементов в живом веществе. Поскольку организмы выборочно поглощают различные элементы, то и соответствие между их содержаниями в почве, породе и живом веществе подчинено определенной закономерности.

Для определения этого соответствия Б. Б. Полюнов ввел понятие коэффициента биологического поглощения— $A_x = I_x / n_x$, где I_x —содержание элемента x в золе растений, n_x —содержание в горной породе или почве, на которой произрастает данное растение. По данным В. А. Ковды, А. П. Виноградова, Д. П. Малюги и др., А. И. Перельманом вычислены средний состав зола живого вещества, средние величины коэффициентов биологического поглощения и классифицированы элементы на группы по их A_x [4], используя при этом кларковые содержания элементов.

В настоящей статье была сделана попытка определить ряды биологического поглощения элементов в пределах некоторых конкретных геохимических типов ландшафтов с различными классами водной миграции. Исследования велись по почвенным горизонтам и горизонтам рыхлых новообразований—горизонты A_0 , A_1 , где происходят самые интенсивные и характерные процессы веществообмена между почвой и корневой системой растительности. Использование в качестве величины n_x содержания элементов в подстилающих коренных породах нам представляется методически неверным, т. к. распространенные на одних и тех же породах почвы обладают нередко различными классами водной миграции. При этом в почвах одного класса происходят процессы интенсивного выщелачивания, а в почвах другого, при прочих равных условиях,—процессы накопления элементов.

Опробование органики прежде всего было ориентировано на травянистые растения с неглубокопроникающей корневой системой и, по мере возможности, с выбором вида, наиболее характерного для каждого геохимического типа ландшафта.

Нами были составлены ряды биологического поглощения элементов в пределах следующих геохимических типов ландшафтов (г. т. л.): альпийского, субальпийского, лесостепного, сухих лесов и кустарников, умеренно-влажных степей.

Альпийский г. т. л. развит на горно-луговых коричневых, среднедерновых, маломощных почвах, которые образовались на продуктах выветривания базальтов, андезитов-базальтов и андезитов. Класс водной миграции этих почв—кислый. Типоморфным элементом является водород. Опробование растительности проводилось по характерным и наиболее распространенным представителям ландшафта—осока (*Ca-rax*), колюченосник (*Echinophora*), лишайники (*Lichenes*), а также смешанным травянистым растениям. Результаты исследований приведены в табл. 1.

Как показывает таблица, в пределах альпийского г. т. л. фосфор занимает место в группе сильного накопления. Это может быть результатом частичной абиогенности альпийского г. т. л. и процессов интенсивного выщелачивания почв и рыхлых новообразований. Нахождение К в первой группе объясняется его высокой энергией поглощения, что подтверждается данными В. С. Самаринной [5]. Нахождение Na, Mg и Sr в группе среднего биологического захвата является результатом преобладания процессов интенсивного выщелачивания в альпийском г. т. л. В этой же группе находятся также Mn и Rb, что для Mn объясняется его избыточным содержанием (по данным анализов вод и почв) в зоне гипергенеза района. Поведение же Rb нуждается в дополнительных исследованиях. Цинк занимает место в группе слабого захвата, что является результатом выборочного поглощения элемента некоторыми растениями (напр., фиалковые—*Violaceae*).

Все остальные элементы занимают места в рядах слабого и очень слабого биологического захвата.

Субальпийский г. т. л. развит на горных черноземах, горно-луговых, остепненных, коричневых, коричнево-каштановых почвах мощностью 50—60 см. Они образовались на элювиально-делювиальных продуктах базальтов, андезитов-базальтов. Ландшафт характеризуется кислым классом водной миграции и типоморфностью иона водорода. Типичными видами растений субальпов этого района являются *Lichenes*, некоторые разновидности злаков (*Gramineae*), бессмертник (*Xeranthemum*) и др. Помимо видового анализа растений опробованию подверглись также валовые пробы с участка в один квадратный метр. Данные исследований обобщены в табл. 1.

В пределах субальпийского г. т. л. К и Р выступают в ряду интенсивного биологического накопления. Zr, Cu, Pb, Ti, Mn и Rb находятся в группе среднего биологического захвата, что, по всей вероятности, является результатом увеличения мощности почвенного покрова, а нахождение Zn в группе слабого захвата—результат его выборочного поглощения произрастающим здесь растительным сообществом. Интересен тот факт, что анализами не обнаружены содержания элементов, соответствующих группе слабого биологического захвата. Нам представляется, что

Ряды биологического поглощения элементов в различных типах ландшафтов*

		Альпийский г.т.л.	Субальпийский г.т.л.	Лесостепной г.т.л.		г.т.л. сухих лесов и кустарников	г.т.л. умеренно-влажных степей		
		Н класс	Н класс	Н→Са класс	Са класс	Н класс	Н→Са класс	Са класс	
Элементы биологического накопления	Энергичного	100·п	К	К, P	К, <u>Ca</u> , <u>P</u> , <u>Mn</u> , <u>Rb</u>	Ca, <u>K</u>	P	К	Ca, <u>K</u>
	Сильного	10·п	Ca, P, <u>Rb</u> *	Ca, Na, <u>Rb</u>	Ca, K, P, <u>Rd</u> , <u>Mn</u> , <u>Mg</u>	К, <u>Ca</u> , Na, <u>Mn</u> , <u>Zr</u> , P(?)	К, Ca, <u>Rb</u> , <u>Si</u> , <u>Mn</u> , <u>P</u>	Ca, K, <u>Rb</u> , <u>Na</u>	К, <u>Ca</u> , Zn
Элементы биологического захвата	Среднего	п	<u>Mg</u> , Na, <u>Mn</u> , <u>Cu</u> , <u>Sr</u> , <u>Rb</u> , <u>Ca</u>	<u>Mg</u> , <u>Mn</u> , <u>Ni</u> , <u>Ti</u> , <u>Zr</u> , <u>Cu</u> , <u>Pb</u> , <u>Sr</u> , <u>Rb</u> , <u>Na</u> , <u>Al</u>	<u>Mg</u> , Na, <u>Mn</u> , <u>Pb</u> , <u>Ni</u> , <u>Sr</u> , <u>Cu</u> , <u>Zn</u>	<u>Mg</u> , <u>Zr</u> , <u>Cu</u> , <u>Sr</u> , <u>Rb</u> , <u>Mn</u> , <u>Ti</u>	Na, <u>Mg</u> , <u>Mn</u> , <u>Si</u> , <u>Ni</u>	Na, <u>Mn</u> , <u>Cu</u> , <u>Zn</u> , <u>Sr</u>	<u>Mg</u> , Na, <u>Si</u> , <u>Mn</u> , <u>Ni</u> , <u>Ti</u> , <u>Cu</u> , <u>Pb</u> , <u>Sr</u> , <u>Rb</u> , <u>Zr</u>
	Слабого	0, п	Si, Al, Ni, Fe, Ti, Zr, Pb, Zn	Si, Al, Fe, Zn	Si, Al, Fe, Ti, Zr, Zn, <u>Mn</u> , <u>Pb</u>	Si, Al, Fe, Mn, Ti, Rb, Zn (?)	Fe, Ti, Zr, Cu, Pb, Zn, Ni, <u>Al</u>	Zr, Si, Al, Fe, Ni, Ti, Rb	Al, Zr, Fe
	Очень слабого	0,0п—0,00п	<u>Fe</u>		<u>Al</u> , <u>Fe</u> , <u>Ni</u> , <u>Zr</u>		<u>Al</u> , <u>Pb</u>		

* Металлогенические особенности района ориентировали исследования только на ограниченное число элементов.

** Подчеркнутые элементы в данных количествах встречаются в единичных пробах.

объяснением этому может служить непосредственная взаимосвязь подстилающих пород и корневой системы растений, определяющие извлечение элементов корнями в больших количествах, чем необходимо для жизни растений. При этом решающую роль играют господствующая кислая среда и сравнительно замедленное протекание процессов выщелачивания.

Г. т. л. сухих лесов и кустарников развит на лесных, коричневых, на поверхности выщелоченных, а также послелесных, бескарбонатных почвах с нехарактерной для таких ландшафтов мощностью 50—60 см. Роль органических кислот здесь возрастает, и органокомплексная форма нахождения некоторых элементов становится господствующей. Легкому передвижению и накоплению элементов в растениях с коэффициентом миграции < 1 способствует неглубокое расположение иллювиального горизонта. Из характерных представителей растительного сообщества ландшафта опробованию подверглись *Gramineae*, маревые (*Chenopodiaceae*), тонколистниковые (*Hymenophyllaceae*) и смешанные пробы травянистых растений. Результаты приведены в табл. 1.

Большая крутизна и расчлененность рельефа определяют интенсивное промыгание лесных почв этого района, что приводит к выносу продуктов выветривания, Удаление Са, Na, Mg, К и др., которые не успевают полностью нейтрализовать CO_2 приводит к образованию избыточной кислой среды, обуславливающей большую подвижность многих элементов. По всей вероятности, этим же объясняется нахождение Si и Rb в группе сильного биологического накопления. Из остальных элементов более или менее интересно нахождение Sr в третьей группе. Низкий кларк определяет меньшую роль его в формировании химического состава природных веществ. В данном случае нахождение Sr в более высокой группе, по всей вероятности, обусловлено его избытком в магматических горных породах, которыми представлены подстилающие образования. Кислая среда, обеспечивающая интенсивность процессов выщелачивания, а также благоприятные рельефно-морфологические условия, способствуют сравнительно легкому выделению и удалению стронция из этих пород и его захвату корневой системой растительного сообщества.

Лесостепной г. т. л. с кислым, переходящим в кальциевый, классом водной миграции развит на темно-каштановых, на поверхности в основном бескарбонатных, послелесных, остепненных, скелетных почвах, а также на горных черноземах со средней и большой мощностью. Типоморфными элементами являются ион водорода (приповерхностная часть почв) и углекислый кальций (на глубине 50—60 см). В пределах этого ландшафта выделены и почвы с кальциевым классом водной миграции. Здесь распространены светло-каштановые и темно-каштановые почвы. Типоморфным для них является подвижный углекислый кальций. Ландшафт характеризуется еще и сбалансированным привносом-выносом материала, аккумуляцией вещества на супераквальных пологих участках рельефа и большим разнообразием растительного сообщества—*Gramineae*, *Carex*, *Xeranthemum*, *Echinophora*, *Hymenophyllaceae* и др. Данные по лесостепному г. т. л. приведены в табл. 1. Отобранные в пределах этого ландшафта пробы, в частности *Gramineae*, выделялись как показатели благоприятных биоклиматических условий, чего не наблюдалось в других ландшафтах.

В пределах лесостепного г. т. л. с переходным классом водной миграции (табл. 1) наблюдаются значительные отклонения от ранее описанных данных. Основным элементом энергичного накопления здесь является К. Привнос гипергеевого материала с автономных сопряженных ландшафтов как в результате механического, так и хемогенного составляющих и сравнительно благоприятные условия накопления продуктов выветривания создают обстановку для извлечения элементов из почв корневой системой растений. В результате К как «элемент жизни» усваивается в первую очередь. В первой группе, в единичных пробах, оказались Mn и Rb. По той же причине, в группе очень слабого биологического захвата в единичных пробах обнаружены Al, Fe, Ni и Zr, подвижность которых проявляется только в кислой среде.

В пределах лесостепного г. т. л. с Са классом водной миграции, как и ожидалось, происходит энергичное накопление Са. Привнос и аккумуляция материала приводят к избыточному содержанию К и Na, которые находятся в группе сильного накопления. В пределах этого ландшафта все исследованные элементы обладают Ах, превышающим величину 0,01 (табл. 2). Кроме всего отмеченного, к этому может привести и ошутимое увеличение массы корневой системы, что тоже является одним из следствий перехода к более благоприятным биоклиматическим и рельефно-морфологическим условиям.

Геохимический тип ландшафтов умеренно-влажных степей также характеризуется двумя классами водной миграции—H→Са и Са. Этот тип ландшафта на исследованной территории занимает исключительно аккумулятивные формы рельефа. Сложен выщелоченными карбонатными почвами светло-каштанового, каштанового цвета с большой и средней мощностью. Почвы имеют скелетную структуру до глубины 60—70 см. Отдельными, но значительными площадями распространены и остепненные, рыхлые почвы. Все эти почвы образовались на продуктах выщелачивания базальтов, андезитов-базальтов, порфиритов, глин, а также на песчано-гравийно-щебенистых продуктах их выветривания. Наиболее интенсивная аккумуляция ионно-коллоидного вещества происходит в почвах (следовательно, и растениях, произрастающих на них) с Са классом водной миграции. Опробовались бодяк (*Cirsium*), *Gramineae*, *Bryopsida*, *Echinophora*, *Carex*, *Chenopodiaceae*, *Hymenophyllaceae* и смешанные пробы травянистых растений. В табл. 1 приводятся ряды биологического поглощения элементов для лесостепного ландшафта с H→Са и Са классами.

Изменение величин A_x элементов в зависимости от ландшафтно-геохимических условий

Элементы	A_x по типам и классам ландшафтов						
	альпийский	субальпийский	сухие леса и кустарники	лесостепи		умеренно-влажные степи	
	Н	Н	Н	Н→Са	Са	Н→Са	Са
Si	0,п—п	0,п	п·10	0,п	0,п	0,п	п
Al	0,п	0,п—п	0,0п—0,п	0,0п—0,п	0,п	0,п	0,п
Mg	0,п—п	п	п	п—п·10	п	?	п
Ca	п—п·10	п·10	п·10	п·10—п·100	п·10—п·100	п·10	п·10—п·100
Fe	0,0п—п	0,п	0,п	0,0п—0,п	0,п	0,п	0,п
Na	0,п—п	п—п·10	п	п	п·10	п—п·10	п
K	п·10—п·100	п·10—п·100	п·10	п·10—п·100	п·10—п·100	п·10—п·100	п·10—п·100
Mn	п	п	п—п·10	п—п·10—п·100	0,п—п	п	п
Ni	0,п	п	0,п—п	0,0п—п	?	0,п	п
Ti	0,п—п	п	0,п	0,п	0,п—п	0,п	п
Zr	0,п	п	0,п	0,0п—0,п	п—п·10	0,п	0,п—п
Cu	п	п	0,п	п	п	п	п
Pb	0,п	п	0,0п—0,п	0,п—п	0,п	0,п	п
Zn	0,п—п	0,п	0,п	0,п—п	0,п(?)	п	п·10
Sr	п	п	п	п	п	п	п
P	п·10	п·10—п·100	п·10—п·100	п·10—п·100	п·10(?)	?	?
Rb	п—п·10	п—п·10	п·10	п·10—п·100	п	п·10	п

Как известно, под воздействием рельефных, биоклиматических факторов биологический круговорот водных мигрантов в степях отмеченного типа происходит интенсивнее, чем в более высоко расположенных ландшафтах. Общая масса катионов по эквивалентному количеству превосходит общее количество анионов и при этом образующиеся органические кислоты нейтрализуются Са и частично Mg. В данном случае это явление определяет переходный класс миграции элементов в ландшафте.

В местах, где больше непоглощенного Са, происходит связывание его с CO_2 , являющегося одним из продуктов разложения растительных остатков. В нижних частях почвенного горизонта содержание CO_2 в почвенном воздухе уменьшается и происходит осаждение CaCO_3 . Поэтому ниже горизонта, обогащенного гумусом, почти повсеместно в пределах данного ландшафта распространяется горизонт вымывания, где аккумулируются элементы.

По А. И. Перельману, К. например, в пределах этих горизонтов образует новые минералы, но преимущественно снова поглощается, занимая место в группе энергичного биологического накопления и сильного накопления. Благоприятные условия (привнос материала, его аккумуляция, мощность корневой системы и т. д.) определяли и повышенные значения A_x всех элементов.

Таким образом, при проведении биогеохимических поисков становится обязательным определение геохимического типа ландшафта и биогеохимических особенностей произрастающего в этом типе ландшафта растительного сообщества. По некоторым элементам отклонения величины A_x могут быть настолько велики, что их можно принять за аномалии (табл. 2), но, как показали исследования, эти отклонения могут быть отражением геохимических и биогеохимических особенностей ландшафта.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 9. III. 1987.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. М.: Недра, 1983, 188 с.
2. Малюга Д. П. Биогеохимический метод поисков рудных месторождений. М.: Изд. АН СССР, 1963, 250 с.
3. Перельман А. И. Геохимия ландшафта. М.: Высшая школа, 1966, 391 с.
4. Перельман А. И. Геохимия. М.: Высшая школа, 1979, 357 с.
5. Самарина В. С. Гидрогеохимия. Л.: Изд. ЛГУ 1977, 352 с.

Известия АН АрмССР, Науки, о Земле, XLI, № 1, 52—56, 1988

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 550.311

М. Р. АВАКЯН

К ВОПРОСУ ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ ДИССИПАТИВНОЙ ФУНКЦИИ. МАНТИИ ЗЕМЛИ

В последнее время появились экспериментальные данные по поверхностным волнам и собственным колебаниям Земли, позволяющие исследовать крупномасштабные сферически несимметричные неоднородности в строении мантии.

В работах Ф. Гильберта, Т. Жордана, А. Дзевонского [10, 11, 6] были построены сферически несимметричные упругие модели мантии Земли. Вопрос решался в постановке обратной задачи на основе техники, разработанной Ф. Гильбертом и А. Дзевонским [7], Т. Жорданом [8] и Ф. Даленом [4, 5]. Однако, по ряду причин [9], эта техника не применима к расчету сферически несимметричной диссипативной функции мантии. Эта задача может быть решена только в прямой постановке следующим образом: задаются пробные трехмерные неупругие модели, по этим моделям рассчитываются спектры колебаний, которые затем сравниваются с наблюдаемыми спектрами.

Теория возмущений

Впервые теоретическое исследование возможности расчета сферически несимметричных неоднородностей было проведено в работах В. Н. Жаркова и В. М. Любимова [1, 2] и Г. Бейкуса [3]. Спектр свободных колебаний Земли обычно вычисляется по сферически симметричной, невращающейся упругой и изотропной модели

Как известно, под воздействием рельефных, биоклиматических факторов биологический круговорот водных мигрантов в степях отмеченного типа происходит интенсивнее, чем в более высоко расположенных ландшафтах. Общая масса катионов по эквивалентному количеству превосходит общее количество анионов и при этом образующиеся органические кислоты нейтрализуются Са и частично Mg. В данном случае это явление определяет переходный класс миграции элементов в ландшафте.

В местах, где больше непоглощенного Са, происходит связывание его с CO_2 , являющегося одним из продуктов разложения растительных остатков. В нижних частях почвенного горизонта содержание CO_2 в почвенном воздухе уменьшается и происходит осаждение CaCO_3 . Поэтому ниже горизонта, обогащенного гумусом, почти повсеместно в пределах данного ландшафта распространяется горизонт вымывания, где аккумулируются элементы.

По А. И. Перельману, К. например, в пределах этих горизонтов образует новые минералы, но преимущественно снова поглощается, занимая место в группе энергичного биологического накопления и сильного накопления. Благоприятные условия (привнос материала, его аккумуляция, мощность корневой системы и т. д.) определяли и повышенные значения A_x всех элементов.

Таким образом, при проведении биогеохимических поисков становится обязательным определение геохимического типа ландшафта и биогеохимических особенностей произрастающего в этом типе ландшафта растительного сообщества. По некоторым элементам отклонения величины A_x могут быть настолько велики, что их можно принять за аномалии (табл. 2), но, как показали исследования, эти отклонения могут быть отражением геохимических и биогеохимических особенностей ландшафта.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 9. III. 1987.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. М.: Недра, 1983, 188 с.
2. Малюга Д. П. Биогеохимический метод поисков рудных месторождений. М.: Изд. АН СССР, 1963, 250 с.
3. Перельман А. И. Геохимия ландшафта. М.: Высшая школа, 1966, 391 с.
4. Перельман А. И. Геохимия. М.: Высшая школа, 1979, 357 с.
5. Самарина В. С. Гидрогеохимия. Л.: Изд. ЛГУ 1977, 352 с.

Известия АН АрмССР, Науки, о Земле, XLI, № 1, 52—56, 1988

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 550.311

М. Р. АВАКЯН

К ВОПРОСУ ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ ДИССИПАТИВНОЙ ФУНКЦИИ. МАНТИИ ЗЕМЛИ

В последнее время появились экспериментальные данные по поверхностным волнам и собственным колебаниям Земли, позволяющие исследовать крупномасштабные сферически несимметричные неоднородности в строении мантии.

В работах Ф. Гильберта, Т. Жордана, А. Дзевонского [10, 11, 6] были построены сферически несимметричные упругие модели мантии Земли. Вопрос решался в постановке обратной задачи на основе техники, разработанной Ф. Гильбертом и А. Дзевонским [7], Т. Жорданом [8] и Ф. Даленом [4, 5]. Однако, по ряду причин [9], эта техника не применима к расчету сферически несимметричной диссипативной функции мантии. Эта задача может быть решена только в прямой постановке следующим образом: задаются пробные трехмерные неупругие модели, по этим моделям рассчитываются спектры колебаний, которые затем сравниваются с наблюдаемыми спектрами.

Теория возмущений

Впервые теоретическое исследование возможности расчета сферически несимметричных неоднородностей было проведено в работах В. Н. Жаркова и В. М. Любимова [1, 2] и Г. Бейкуса [3]. Спектр свободных колебаний Земли обычно вычисляется по сферически симметричной, невращающейся упругой и изотропной модели

Земли. Такая модель полностью описывается тремя функциями радиуса: плотностью $\rho(r)$, модулем сжатия $K(r)$ и модулем сдвига $\mu(r)$. Коротко эту модель можно обозначить как $F(r)$.

Для такой модели изолированный мультиплет с номером колебания l и номером обертона n содержит $2l+1$ спектральные линии с одинаковой частотой $\bar{\omega}_{l,n}$. Для сферондальных колебаний собственные функции, соответствующие этим $2l+1$ одинаковым частотам, имеют следующую пространственную зависимость

$$\vec{s}_{l,n}^m = \vec{r} U_{l,n}(r) Y_l^m(\nu, \varphi) + V_{l,n}(r) \nabla_1 Y_l^m(\nu, \varphi), \quad (1)$$

где r, ν, φ — сферические координаты, $Y_l^m(\nu, \varphi)$ — нормированные сферические гармоники, $\nabla_1 = \hat{\nu} \frac{\partial}{\partial \nu} + \hat{\varphi} \frac{1}{\sin \nu} \frac{\partial}{\partial \varphi}$. Таким образом имеет место вырождение по долго-

му индексу m . Вращение и отклонение от сферической симметрии в распределении параметров снимают вырождение, поэтому, частоты в мультиплете из $2l+1$ линий для реальной Земли должны отличаться друг от друга. Оказалось, что расщепление большинства наблюдаемых мультиплетов достаточно слабое для того, чтобы предполагать, что Земля слабо сферически несимметрична и воспользоваться теорией возмущений. Ж. Вудхаус и Ф. Дален [12] дали исчерпывающую разработку теории возмущений первого порядка применительно к собственным колебаниям в сферически несимметричных моделях Земли. Рассматривается сферически несимметричная модель $F(r, \nu, \varphi)$, при этом учитывается также вращение с угловой скоростью Ω . Модель отличается от радиальной эллиптичностью фигуры и другими горизонтальными неоднородностями, описываемыми возмущением $\delta F(r, \nu, \varphi) = F(r, \nu, \varphi) - F(r)$, где под $\delta F(r, \nu, \varphi)$ подразумевается возмущение плотности $\delta \rho(r, \nu, \varphi)$ и модулей упругости $\delta K(r, \nu, \varphi)$, $\delta \mu(r, \nu, \varphi)$. В первом порядке по этим возмущениям собственные частоты модели $F(r, \nu, \varphi)$ имеют следующий вид:

$$\omega_{l,n}^m = \bar{\omega}_{l,n} + \delta \omega_{l,n}^m, \quad -l < m < l, \quad (2)$$

где $\delta \omega_{l,n}^m$ — собственные значения эрмитовой матрицы размерности $(2l+1) \times (2l+1)$. Элементы этой матрицы имеют следующий вид [8]:

$$H_{m'm}^{(l,n)} = (\alpha \bar{\omega}_{l,n} + m' \beta \Omega + m'^2 \gamma \bar{\omega}_{l,n}) \delta_{m'm} + \bar{H}_{m'm}^{(l,n)}, \quad (3)$$

где ϵ — сжатие Земли, α и γ — параметры, определяющие расщепление из-за эллиптичности, β — параметр, определяющий расщепление из-за силы Корнолиса, Ω — угловая скорость вращения Земли, \bar{H} — часть матрицы H , обусловленная горизонтальными неоднородностями, не связанными с равновесным земным сфероидом. Элементы \bar{H} являются линейными функционалами от возмущения δF [12]:

$$\begin{aligned} \bar{H}_{m'm}^{(l,n)} = & \sum_{s=0}^{\infty} \sum_{l'=-s}^s \int_0^a (R_s^{(l,n)} \delta \rho_s^{l'} + M_s^{(l,n)} \delta \mu_s^{l'} + K_s^{(l,n)} \delta K_s^{l'}) \times \\ & \times \int_{\Omega} Y_l^{m'}(\nu, \varphi) Y_s^{l'}(\nu, \varphi) Y_l^m(\nu, \varphi) dA(\nu, \varphi), \end{aligned}$$

где a — радиус Земли; $\delta \rho_s^{l'}(r)$, $\delta \mu_s^{l'}(r)$, $\delta K_s^{l'}(r)$ — коэффициенты разложения возмущений $\delta \rho$, $\delta \mu$, δK по сферическим гармоникам; R_s , M_s , K_s — известные выражения, в которые входят радиальные части собственных функций и параметры исходной сферически симметричной модели [12]. Интеграл от сферических гармоник можно выразить через символы Вигнера. Он не равен нулю при условии четности s , это является недостатком метода, т. к. мы не можем получить информацию о нечетных гармониках.

До сих пор речь шла только о чисто упругих моделях. Следующее приближение к реальной Земле — введение сферически несимметричной диссипативной функции. Это достигается простым обобщением формул (1), (2) следующей заменой [5] $\omega_{l,n}^m \rightarrow \omega_{l,n}^m + i \alpha_{l,n}^m$, $\bar{H}_{m'm}^{(l,n)} \rightarrow \bar{H}_{m'm}^{(l,n)} + i \bar{Q}_{m'm}^{(l,n)}$, где $\alpha_{l,n}^m$ — коэффициент затухания

$$\begin{aligned} \bar{Q}_{m'm}^{(l,n)} = & - \sum_{s=0}^{\infty} \sum_{l=-s}^s \int_0^a (K_s^{(l,n)} K(r) Q_{ks}(r)^{-1} \delta Q_{ks}^l + M_s^{(l,n)}) \times \\ & \times \mu(r) Q_{\mu}(r)^{-1} \delta Q_{\mu s}^l r^2 dr \int_{\Omega} Y_l^{m'}(\nu, \varphi) * Y_s^l(\nu, \varphi) Y_l^{m''}(\nu, \varphi) dA(\nu, \varphi). \end{aligned} \quad (5)$$

$K(r)$, $\mu(r)$, $Q_{ks}(r)$, $Q_{\mu}(r)$ — соответственно модуль сжатия, модуль сдвига, диссипативные функции, обусловленные сжатием и сдвигом для сферически симметричной Земли. δQ_{ks}^l и $\delta Q_{\mu s}^l$ — коэффициенты разложения возмущений диссипативных функций по сферическим гармоникам.

В такой постановке построение сферически несимметричных моделей сводится к восстановлению матрицы возмущения H по известным собственным значениям, т. е. решению обратной задачи.

Обратная задача

Постановка и решение обратной задачи осложняются двумя фактами. Во-первых, несмотря на то, что компоненты матрицы возмущения являются линейными функционалами от несферических возмущений, их собственные значения не являются таковыми, т. е. в первоначальной постановке обратная задача не является линейной. Во-вторых, разрешить мультиплет, т. е. измерить частоты синглетов, из которых он состоит, возможно только для спектров с номером колебания $l \leq 5$. При более высоких частотах происходит перекрывание синглетов. В работах [7] и [8] был предложен метод, позволяющий обойти эти трудности. Этот метод сводится к следующему. Как известно, в сферически симметричной Земле спектры колебаний представляют из себя синглеты. На больших расстояниях от источника землетрясения и при $\omega_{l,n} \gg \alpha_{l,n}$ спектральная функция колебания имеет следующий вид:

$$\vec{S}_{l,n}(\vec{r}, \omega) = - \frac{1}{2} \vec{A}_{l,n} [\alpha_{l,n} + i(\omega - \bar{\omega}_{l,n})]^{-1}, \quad (6)$$

где $\vec{A}_{l,n}$ — амплитуда пика;

$$\vec{A}_{l,n} = \sum_{m=-l}^l f_{pq} e_{pq}^m(\vec{r}_s) * \vec{S}_{l,n}^m(\vec{r}) \quad (7)$$

по p и q производится суммирование, \vec{r}_s и \vec{r} — радиус-векторы источника и приемника, f_{pq} — фурье образ производной по времени от тензора сейсмического момента,

$$e_{qp}^m = \frac{1}{2} \left\{ \frac{\partial (S_{l,n}^m)_p}{\partial x_q} + \frac{\partial (S_{l,n}^m)_q}{\partial x_p} \right\}. \quad (8)$$

Для сферически несимметричной модели спектральная функция при тех же условиях, что и в предыдущем случае, запишется как

$$\vec{S}_{l,n}(\vec{r}, \omega) = - \frac{1}{2} \sum_{m=-l}^l \vec{A}_{l,n}^m [\alpha_{l,n}^m + i(\omega - \omega_{l,n}^m)]^{-1}. \quad (9)$$

где $\vec{A}_{l,n}^m$, $\alpha_{l,n}^m$, $\omega_{l,n}^m$ — соответственно амплитуда, коэффициент затухания и частота m -того пика в мультиплете.

$$\vec{A}_{l,n}^m = \sum_{m'=-l}^l \sum_{m''=-l}^l (-1)^{m'} c_m^{m''} c_m^{-m'} f_{pq} e_{pq}^{m'}(\vec{r}) * \vec{S}_{l,n}^{m''}(\vec{r}), \quad (10)$$

где $c_m^{m'}$ — m' компонента m -того собственного вектора матрицы возмущения.

Было замечено, что при достаточно больших частотах колебаний, отдельные линии, составляющие мультиплет, перекрываются таким образом, что он приобретает форму, близкую к форме одиночного пика. Тогда можно записать (9) как

$$\vec{S}_{l,n}(\vec{r}, \omega) \approx -\frac{1}{2} \vec{A}_{\text{эфф}}^{(l,n)} [\alpha_{\text{эфф}}^{(l,n)} + i(\omega - \omega_{\text{эфф}}^{(l,n)})]^{-1}. \quad (11)$$

Показано [8, 4], что в пределе геометрической оптики (когда длина волны колебания много меньше длины волны горизонтальных неоднородностей) $\alpha_{\text{эфф}}^{(l,n)}$ и $\omega_{\text{эфф}}^{(l,n)}$ являются линейными функционалами от сферически несимметричных возмущений параметров модели

$$\omega_{\text{эфф}}^{(l,n)}(\theta, \Phi) = \bar{\omega}_{l,n} + \sum_{s=2}^{2l} \sum_{t=-s}^s P_s(0) \cdot Y_s^t(\theta, \Phi) \int_0^a (R_0^{(l,n)} \delta \rho_s^t + K_0^{(l,n)} \cdot \delta K_s^t + M_0^{(l,n)} \cdot \delta \mu_s^t) r^2 dr \quad (12)$$

$$\alpha_{\text{эфф}}^{(l,n)}(\theta, \Phi) = \bar{\alpha}_{l,n} - \sum_{s=2}^{2l} \sum_{t=-s}^s P_s(0) \cdot Y_s^t(\theta, \Phi) \int_0^a (K_0^{(l,n)} \cdot K \cdot Q_k^{-2} \cdot \delta Q_{ks}^t + M_0^{(l,n)} \cdot \mu \cdot Q_\mu^{-2} \cdot \delta Q_{\mu s}^t) r^2 dr, \quad (13)$$

где $P_s(x)$ — полином Лежандра, θ, Φ — координаты полюса большого круга, проведенного через источник и приемник.

Таким образом, проблема сводится к линейной обратной задаче. Этот метод применялся в работе [10]. Оказалось, что распределение по поверхности Земли величины $\Delta\omega_{l,n}(\theta, \Phi) = \omega_{\text{эфф}}^{(l,n)} - \bar{\omega}_{l,n}$ обладает достаточно четкой крупномасштабной упорядоченностью. Очевидно, что такую картину могли дать только крупномасштабные горизонтальные неоднородности. Поэтому оказалось возможным ограничиться в разложении возмущений по сферическим гармоникам членами с $s=2$. Было построено несколько упругих моделей с неоднородностями в различных слоях мантии. Наиболее реальной оказалась модель с горизонтальными неоднородностями в переходной зоне.

Казалось бы аналогичную процедуру можно проделать и для диссипативной функции. Кроме того, должна существовать корреляция между расположением неоднородностей в распределении упругих и неупругих параметров, что должно приводить к корреляции в распределении $\Delta\omega_{l,n}$ и $\Delta\alpha_{l,n}$ по поверхности Земли. Однако, как показано в работе Г. Мастерса и Ф. Гильберта [9], такая корреляция отсутствует, $\Delta\alpha_{l,n}(\theta, \Phi)$ распределены совершенно беспорядочно. Скорее всего этот факт объясняется недостаточно точным измерением коэффициентов затухания. Кроме того, можно предположить, что приближение геометрической оптики, достаточное для описания $\omega_{\text{эфф}}^{(l,n)}$, является неверным для $\alpha_{\text{эфф}}^{(l,n)}$, т. к. ширина пика, образовавшегося при перекрывании синглетов, более подвержена влиянию различных факторов, чем значение частоты пика.

Таким образом, расчет сферически несимметричной диссипативной функции мантии возможен только в прямой постановке. При этом выбор пробных сферически несимметричных диссипативных моделей ограничивается существующими аналогичными упругими моделями.

Ереванский государственный университет

Поступила 15. IV. 1987.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жарков В. Н., Любимов В. М. Крутильные колебания сферически несимметричной модели Земли.—Изв. АН СССР, Физика Земли, 1970, № 2, с. 2—10.
2. Жарков В. Н., Любимов В. М. Теория сферондальных колебаний для сферически несимметричной модели Земли.—Изв. АН СССР, 1970, № 10, с. 6—18.

3. *Backus G. E.* Geographical interpretation of measurements of average phase velocities over great circular and great semi-circular path.—Bull. Seism. Soc. Amer., 1964, v. 54, № 2, p. 571—610.
4. *Dahlen F. A.* The spectra of unresolved split normal mode multiplets.—Geophys. J. R. astr. Soc., 1979, v. 58, № 1, p. 1—33.
5. *Dahlen F. A.* The free oscillations of an unelastic aspherical Earth.—Geophys. J. R. astr. soc., 1981, v. 66, № 1, p. 1—22.
6. *Dziewonski A. M.* Mapping the lower mantle: Determination of lateral heterogeneity in P velocity up to degree and order 6.—J. Geophys. Res., 1984, v. 89, № 87, p. 5920—5952.
7. *Gilbert F., Dziewonski A. M.* An application of normal mode theory to the retrieval of structural parameters and source mechanisms from seismic spectra.—Phil. Trans. R. Soc. Lond., 1975, v. 279, p. 187—269.
8. *Jordan T. H.* A procedure for estimating lateral variations from low-frequency eigenspectra data.—Geophys. J. R. astr. soc., 1978, v. 52, № 3, p. 441—455.
9. *Masters G., Gilbert F.* Attenuation in the Earth.—Phil. Trans. R. Soc. Lond. 1983, v. 308, p. 476—522.
10. *Masters G., Jordan T. H., Silver P. G., Gilbert F.* Aspherical Earth structure from fundamental spheroidal mode data.—Nature, 1982, v. 298, № 12, p. 609—613.
11. *Woodhouse J. H., Dziewonski A. M.* Mapping the upper mantle: Three-dimensional modeling of Earth structure by inversion of seismic waveforms.—J. Geophys. Res., 1984, v. 89, № 37, p. 5953—5986.
12. *Woodhouse J. H., Dahlen F. A.* The effect of a general aspherical perturbation on the free oscillations of the Earth.—Geophys. J. R. astr. Soc., 1978, v. 53, № 3, p. 335—354.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLI, № 1, 56—59, 1988

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 550.84:543.25

А. В. ЗАХАРЯН

КАТОДНО-АНОДНАЯ ПОЛЯРИЗАЦИЯ МОЛИБДЕНИТА

Изучение поведения минералов при их катодно-анодной поляризации способствует выяснению природы сложных электрохимических процессов в земных недрах под действием естественных и искусственных электрических полей.

В настоящее время электрохимическое поведение некоторых сульфидных минералов изучено более или менее с достаточной полнотой. Однако для молибденита (MoS_2) подобные исследования имеют в основном несистематический характер. Имеющиеся некоторые данные, касающиеся определения потенциалов электрохимических реакций, требуют уточнения [1]. С другой стороны, отсутствие подобной информации не позволяет выявить возможности применения прямых геоэлектрохимических методов разведки на медно-молибденовых месторождениях.

Результаты подобных исследований могут быть полезными также и при решении вопросов, связанных с электрохимической обработкой минералов.

В настоящей статье приводятся результаты лабораторных исследований, проведенных на образцах из молибденита при их катодно-анодной поляризации.

Методика изготовления плотного молибденитового образца, а также приемы предварительной обработки его поверхности, с целью получения воспроизводимых результатов стационарных потенциалов, те же, что и в работе [2].

Первые же попытки снятия поляризационных кривых на MoS_2 показали, что при прохождении электрического тока на потенциал электрода, отражающий собственный электрохимический процесс, накладывается большое падение напряжения, связанное с большим удельным электрическим сопротивлением минерала. В результате катодные и анодные поляризационные кривые получались гладкими, прижатыми к оси потенциала, без характерных изгибов, отражающих переходы от одной электрохимической реакции к другой.

Обычно в подобных случаях для получения более точной поляризационной кривой применяют компенсационный способ регистрации контактной разности потенциа-

3. *Backus G. E.* Geographical interpretation of measurements of average phase velocities over great circular and great semi-circular path.—Bull. Seism. Soc. Amer., 1964, v. 54, № 2, p. 571—610.
4. *Dahlen F. A.* The spectra of unresolved split normal mode multiplets.—Geophys. J. R. astr. Soc., 1979, v. 58, № 1, p. 1—33.
5. *Dahlen F. A.* The free oscillations of an unelastic aspherical Earth.—Geophys. J. R. astr. soc., 1981, v. 66, № 1, p. 1—22.
6. *Dziewonski A. M.* Mapping the lower mantle: Determination of lateral heterogeneity in P velocity up to degree and order 6.—J. Geophys. Res., 1984, v. 89, № 87, p. 5920—5952.
7. *Gilbert F., Dziewonski A. M.* An application of normal mode theory to the retrieval of structural parameters and source mechanisms from seismic spectra.—Phil. Trans. R. Soc. Lond., 1975, v. 279, p. 187—269.
8. *Jordan T. H.* A procedure for estimating lateral variations from low-frequency eigenspectra data.—Geophys. J. R. astr. soc., 1978, v. 52, № 3, p. 441—455.
9. *Masters G., Gilbert F.* Attenuation in the Earth.—Phil. Trans. R. Soc. Lond. 1983, v. 308, p. 476—522.
10. *Masters G., Jordan T. H., Silver P. G., Gilbert F.* Aspherical Earth structure from fundamental spheroidal mode data.—Nature, 1982, v. 298, № 12, p. 609—613.
11. *Woodhouse J. H., Dziewonski A. M.* Mapping the upper mantle: Three-dimensional modeling of Earth structure by inversion of seismic waveforms.—J. Geophys. Res., 1984, v. 89, № 37, p. 5953—5986.
12. *Woodhouse J. H., Dahlen F. A.* The effect of a general aspherical perturbation on the free oscillations of the Earth.—Geophys. J. R. astr. Soc., 1978, v. 53, № 3, p. 335—354.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLI, № 1, 56—59, 1988

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 550.84:543.25

А. В. ЗАХАРЯН

КАТОДНО-АНОДНАЯ ПОЛЯРИЗАЦИЯ МОЛИБДЕНИТА

Изучение поведения минералов при их катодно-анодной поляризации способствует выяснению природы сложных электрохимических процессов в земных недрах под действием естественных и искусственных электрических полей.

В настоящее время электрохимическое поведение некоторых сульфидных минералов изучено более или менее с достаточной полнотой. Однако для молибденита (MoS_2) подобные исследования имеют в основном несистематический характер. Имеющиеся некоторые данные, касающиеся определения потенциалов электрохимических реакций, требуют уточнения [1]. С другой стороны, отсутствие подобной информации не позволяет выявить возможности применения прямых геоэлектрохимических методов разведки на медно-молибденовых месторождениях.

Результаты подобных исследований могут быть полезными также и при решении вопросов, связанных с электрохимической обработкой минералов.

В настоящей статье приводятся результаты лабораторных исследований, проведенных на образцах из молибденита при их катодно-анодной поляризации.

Методика изготовления плотного молибденитового образца, а также приемы предварительной обработки его поверхности, с целью получения воспроизводимых результатов стационарных потенциалов, те же, что и в работе [2].

Первые же попытки снятия поляризационных кривых на MoS_2 показали, что при прохождении электрического тока на потенциал электрода, отражающий собственный электрохимический процесс, накладывается большое падение напряжения, связанное с большим удельным электрическим сопротивлением минерала. В результате катодные и анодные поляризационные кривые получались гладкими, прижатыми к оси потенциала, без характерных изгибов, отражающих переходы от одной электрохимической реакции к другой.

Обычно в подобных случаях для получения более точной поляризационной кривой применяют компенсационный способ регистрации контактной разности потенциа-

лов, при котором омические потери напряжения компенсируются генератором разности потенциалов [5]. Однако применение данного способа для MoS_2 приводит к ошибочным результатам. Как будет показано ниже, в течение снятия анодной поляризационной кривой на поверхности электрода в результате электрохимических реакций образуются пассивные пленки, резко изменяющие сопротивление электрода. Это требует постоянной корректировки сопротивления компенсации в процессе снятия поляризационной кривой, что, очевидно, снижает достоверность полученных данных. Поэтому нами был применен косвенный (коммутаторный) метод измерения потенциала [1, 6], при котором потенциал электрода измеряется сразу после отключения поляризующего тока. Известно, что при этом омические потери напряжения исчезают практически мгновенно ($< 10^{-12} \text{с}$), поэтому измеряемое значение потенциала отвечает действительному, соответствующему определенному значению поляризующего тока.

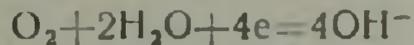
Другой экспериментальной особенностью при снятии поляризационных кривых на молибдените является трудность выбора вспомогательного электрода. Дело в том, что из-за наблюдаемых больших значений омических потерь напряжения на MoS_2 , сильно поляризуется и вспомогательный электрод. В результате этого ток, протекающий в цепи, может быть обусловлен электрохимическими процессами не на испытуемом, а на вспомогательном электроде. Во избежание этого нами был использован графитовый электрод с достаточно развитой поверхностью, который в зависимости от характера снятия предусмотренной поляризационной кривой предварительно подвергался сильной анодной или катодной поляризации в течение нескольких минут при потенциалах выделения водорода или кислорода. Затем отключали ток и выдерживали электрод до наступления стационарного состояния. После таких операций, при снятии поляризационной кривой, потенциал графитового электрода в течение всего опыта изменялся очень мало.

В процессе снятия катодно-анодных поляризационных кривых, при каждом значении ступенчато изменяющегося потенциала, электрод поляризовали в течение 3 мин, что было достаточно для стабилизации тока. Затем при помощи специальной релейной цепи выключали ток и измеряли значение обесточенного электрода.

Рабочим раствором во всех опытах служил 0,1 N раствор Na_2SO_4 .

Все значения электродных потенциалов приведены относительно насыщенного каломельного электрода.

В ранее проведенных исследованиях было указано на наличие одного катодного процесса при потенциале $-1,25 \text{ В}$. Однако, как следует из рис. 1, на катодной потенциодинамической поляризационной кривой довольно четко можно выделить три электрохимических процесса: первый, при потенциале $-0,18 \text{ В}$, соответствует восстановлению кислорода



второй—электрохимического растворения MoS_2 при потенциале $-0,55 \text{ В}$. В интервале $\varphi = -0,55 \div -1,3 \text{ В}$ у поверхности электрода наблюдалось выделение продуктов растворения минерала в виде голубых образований, медленно спадающих на дно ячейки. Третий процесс—выделение водорода при потенциалах $-1,35 \div -1,4 \text{ В}$.

При сравнении потенциалов электрохимических реакций на молибдените с потенциалами других сульфидных минералов можно заметить, что на нем восстановление кислорода происходит при более низких потенциалах. Что касается процесса выде-

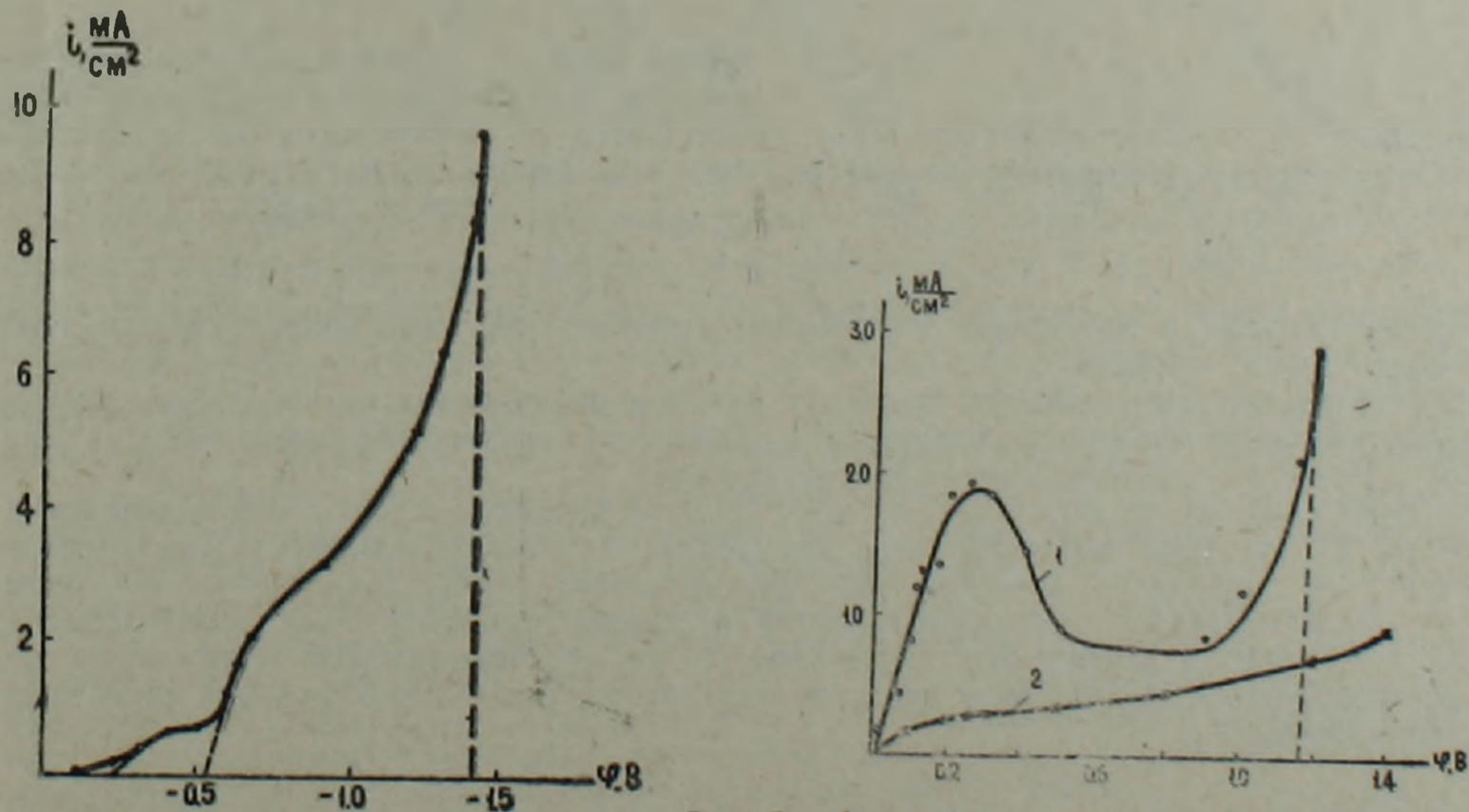


Рис. 1. Катодная потенциодинамическая поляризационная кривая для молибденита в 0,1 N растворе Na_2SO_4 .
Рис. 2. Анодные потенциодинамические поляризационные кривые для молибденита в 0,1 N растворе Na_2SO_4 при начальном (1) и при повторном (2) снятии.

ления водорода на MoS_2 , он протекает примерно с таким перенапряжением, которое наблюдалось для магнетита, прирротина, пирита и халькопирита.

Важной характерной особенностью катодной поляризации молибденита является его электрохимическое растворение, что обычно свойственно металлам и другим сульфидным минералам при их анодной поляризации.

Для более детального изучения катодной поляризации молибденита в области потенциалов его электрохимического растворения необходима идентификация полученных образований.

Анодное поведение молибденита резко отличается от остальных сульфидных минералов. Как было показано ранее, MoS_2 , несмотря на его более электроотрицательный стационарный потенциал, как при его анодной поляризации, так и при создании гальванической пары с другими сульфидными минералами, не растворяется [3], что связывают с образованием защитной пленки на поверхности минерала. Такое поведение молибденита находит свое отражение и на анодных потенциодинамических поляризационных кривых, полученных нами (график 1 на рис. 2). Он имеет типичный вид поляризационной кривой для металла, способного пассивироваться. Молибденит до потенциала пассивации $\varphi = 0,25 \text{ В}$ находится в активном состоянии, затем переходит в пассивное состояние. В интервале $\varphi = 0,5 \div 0,9 \text{ В}$ происходит пассивация минерала, которому следует область выделения кислорода при $\varphi = 1,1 \text{ В}$.

Следует отметить, что для молибденита отсутствует область перепассивации. При повторном снятии анодной поляризационной кривой сразу после первой (график 2, рис. 2) на нем исчезает область активного состояния, значения плотностей тока уменьшаются и кривая прижимается к оси абсцисс. Такое явление связано с тем, что образованная пассивная пленка довольно устойчива при больших анодных потенциалах. Возможно также его утолщение и превращение в присутствии выделившегося кислорода, что может привести к увеличению удельного электрического сопротивления электрода.

Для проверки такого предположения нами расчетным путем определен характер изменения удельного электрического сопротивления электрода в зависимости от потенциала (рис. 3). Для этого были использованы значения падения напряжения и поляризующего тока. Как видно из кривой, при изменении потенциала от 0 до $0,25 \text{ В}$ удельное электрическое сопротивление электрода почти не меняется. Затем, по мере пассивации молибденита, значения ρ увеличиваются, что продолжается до очень больших значений анодного потенциала (когда следовало бы ожидать перепассивацию минерала).

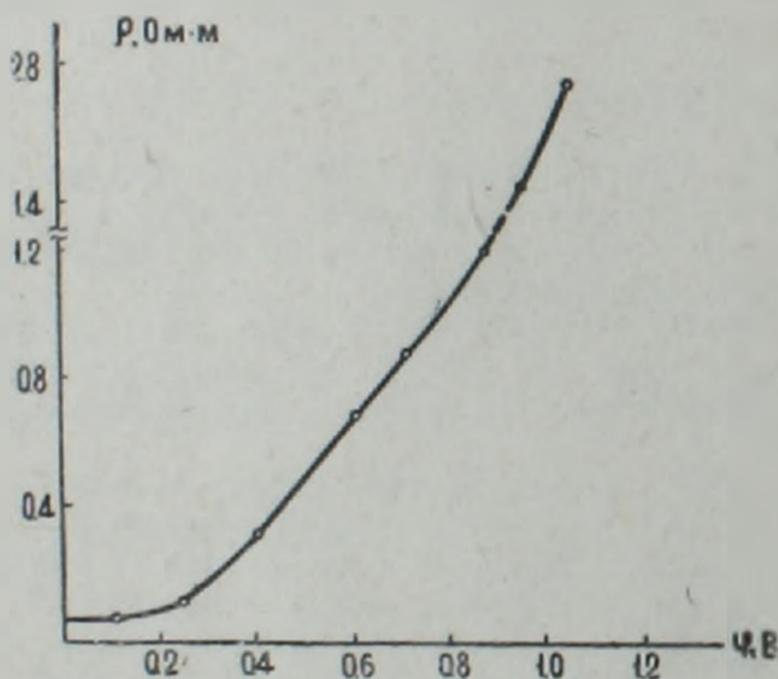


Рис. 3. Кривая изменения удельного электрического сопротивления молибденитового электрода в зависимости от потенциала при его анодной поляризации в $0,1 \text{ N}$ растворе Na_2SO_4 .

Таким образом в результате полученных экспериментальных данных можно сделать следующие выводы:

1. Наблюдавшиеся большие значения падения напряжения на молибдените несколько сужают возможности применения прямых геоэлектрохимических методов при поиске и разведке молибденитовых месторождений.

2. При катодной поляризации на молибдените протекают три электрохимических процесса: а) катодное восстановление кислорода, б) электрохимическое растворение минерала; в) выделение водорода. Из перечисленных процессов диагностирующим для выявления молибденитовых проявлений в особых условиях может быть первый.

3. При анодной поляризации молибденита на его поверхности образуются довольно устойчивые пассивные пленки, нерастворимые даже при больших значениях анодного потенциала.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии АН АрмССР

Поступила 10. XII. 1986.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егер Э., Залкинд А. Методы измерения в электрохимии. Том I, М.: Мир, 1977, 585 с.
2. Захарян А. В. О природе электрохимических процессов на молибдените. Тезисы докладов Всесоюзного совещания по поляризационным электроразведочным методам. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1985, с. 38—39.
3. Михайлов А. С. Экспериментальное исследование электрохимического окисления и растворения молибденита. Геохимия, № 9, 1962, с. 818—825.
4. Рысс Ю. С. Геоэлектрохимические методы разведки. Л.: Недра, 1983, 255 с.
5. Рысс Ю. С. Поиски и разведка рудных тел контактным способом поляризационных кривых. Л.: Недра, 1973, 168 с.
6. Юферева Л. П. Способ геоэлектроразведки. Авторское свидетельство СССР, № 857896, кл. G 01 V 3/02, 1981.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XL1, № 1, 59—62, 1988.

УДК: 550.834

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

С. С. СИМОНЯН

ВЛИЯНИЕ ТРЕЩИНОВАТОСТИ НА ВЕЛИЧИНУ СЕЙСМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

Тектонические напряжения и их вариации в связи с сейсмической активностью вызывают появление электрических потенциалов течения. Результаты, полученные путем прямых измерений потенциалов течения в горных породах, с достаточной точностью совпадают с коэффициентом электрофильтрационной активности, вычисленным теоретически [1].

При наблюдениях в буровых скважинах выявляется, что изменение гидростатического давления, возникающее вследствие тектонических напряжений в зонах подготовки землетрясений, достаточно для ожидания потенциалов течения в объеме Земли, поддающихся регистрации. Динамическим проявлением потенциалов течения является сейсмоэлектрический эффект второго рода. Изучение поведения этого эффекта в сейсмоактивных районах полезно для интерпретации возникающих геофизических полей в период подготовки землетрясения и после него там, где классические методы малоэффективны.

В формуле Френкеля Я. И., определяющей сейсмоэлектрический эффект, наряду с учетом ряда явлений, связанных с динамикой распространения упругих волн в среде, учитывается также степень пористости самой среды [4]:

$$E = i \frac{4\epsilon\zeta\lambda f^2}{\pi\sigma_3 r^2 \tau_{ж}} mP \left(\frac{k}{\rho} \frac{\beta}{\beta_1} \frac{1}{w_0^2} - 1 \right) L_x,$$

где $i = \sqrt{-1}$; L_x — смещение частиц почвы; ϵ — диэлектрическая проницаемость жидкой фазы; ζ — электрокинетический потенциал; λ — коэффициент проницаемости; f — частота колебаний; σ_3 — удельная электропроводность жидкости; r — радиус пор; $\tau_{ж}$ — вязкость жидкости; m — коэффициент пористости; $\rho = j/m$; j — средняя плотность жидкости в макроскопически малой области, содержащей большое число пор; P — плотность жидкости; k — модуль сжимаемости жидкости; w_0 — скорость распространения продольной волны; $\beta_1 = 1 + (\beta - 1)k/k_0$; $\beta = 1/(1 + \alpha)$, α — параметр, характеризующий механические свойства системы; k_0 — истинный модуль сжимаемости твердой фазы.

Предполагается, что при деформировании и разрушении образцов горных пород трещины, образующиеся в них, увеличивают поверхность соприкосновения твердой и жидкой фаз [3]. Именно количество трещин главным образом влияет на величину сейсмоэлектрического эффекта, который возбуждается в деформируемом образце.

Методика измерения сейсмоэлектрического эффекта при одноосном сжатии подробно описана в работе [2]. Отличие данной установки от предыдущей состоит в том, что прием акустического и сейсмоэлектрического сигнала осуществляется при помощи пяти приемников, расположенных на поверхности образца. Такое расположение приемников дает возможность изучить неоднородности проявления сейсмоэлектрического эффекта в различных частях образца. С помощью данного приемника осуществляется прием измеряющих параметров сейсмоэлектрического (E) и акустического (I) сигналов сразу по всем пяти каналам или по каждому каналу отдельно.

Сейсмоэлектрический эффект в образце возбуждается упругой волной частотой 10 кГц. Эксперименты выполнены на кубических образцах базальта размерами 0,04 м, с коэффициентом пористости $K_p = 0.08—0.14$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егер Э., Залкинд А. Методы измерения в электрохимии. Том I, М.: Мир, 1977, 585 с.
2. Захарян А. В. О природе электрохимических процессов на молибдените. Тезисы докладов Всесоюзного совещания по поляризационным электроразведочным методам. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1985, с. 38—39.
3. Михайлов А. С. Экспериментальное исследование электрохимического окисления и растворения молибденита. Геохимия, № 9, 1962, с. 818—825.
4. Рысс Ю. С. Геоэлектрохимические методы разведки. Л.: Недра, 1983, 255 с.
5. Рысс Ю. С. Поиски и разведка рудных тел контактным способом поляризационных кривых. Л.: Недра, 1973, 168 с.
6. Юферева Л. П. Способ геоэлектроразведки. Авторское свидетельство СССР, № 857896, кл. G 01 V 3/02, 1981.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XL1, № 1, 59—62, 1988.

УДК: 550.834

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

С. С. СИМОНЯН

ВЛИЯНИЕ ТРЕЩИНОВАТОСТИ НА ВЕЛИЧИНУ СЕЙСМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

Тектонические напряжения и их вариации в связи с сейсмической активностью вызывают появление электрических потенциалов течения. Результаты, полученные путем прямых измерений потенциалов течения в горных породах, с достаточной точностью совпадают с коэффициентом электрофильтрационной активности, вычисленным теоретически [1].

При наблюдениях в буровых скважинах выявляется, что изменение гидростатического давления, возникающее вследствие тектонических напряжений в зонах подготовки землетрясений, достаточно для ожидания потенциалов течения в объеме Земли, поддающихся регистрации. Динамическим проявлением потенциалов течения является сейсмоэлектрический эффект второго рода. Изучение поведения этого эффекта в сейсмоактивных районах полезно для интерпретации возникающих геофизических полей в период подготовки землетрясения и после него там, где классические методы малоэффективны.

В формуле Френкеля Я. И., определяющей сейсмоэлектрический эффект, наряду с учетом ряда явлений, связанных с динамикой распространения упругих волн в среде, учитывается также степень пористости самой среды [4]:

$$E = i \frac{4\epsilon\zeta\lambda f^2}{\pi\sigma_3 r^2 \tau_{ж}} mP \left(\frac{k}{\rho} \frac{\beta}{\beta_1} \frac{1}{w_0^2} - 1 \right) L_x,$$

где $i = \sqrt{-1}$; L_x — смещение частиц почвы; ϵ — диэлектрическая проницаемость жидкой фазы; ζ — электрокинетический потенциал; λ — коэффициент проницаемости; f — частота колебаний; σ_3 — удельная электропроводность жидкости; r — радиус пор; $\tau_{ж}$ — вязкость жидкости; m — коэффициент пористости; $\rho = j/m$; j — средняя плотность жидкости в макроскопически малой области, содержащей большое число пор; P — плотность жидкости; k — модуль сжимаемости жидкости; w_0 — скорость распространения продольной волны; $\beta_1 = 1 + (\beta - 1)k/k_0$; $\beta = 1/(1 + \alpha)$, α — параметр, характеризующий механические свойства системы; k_0 — истинный модуль сжимаемости твердой фазы.

Предполагается, что при деформировании и разрушении образцов горных пород трещины, образующиеся в них, увеличивают поверхность соприкосновения твердой и жидкой фаз [3]. Именно количество трещин главным образом влияет на величину сейсмоэлектрического эффекта, который возбуждается в деформируемом образце.

Методика измерения сейсмоэлектрического эффекта при одноосном сжатии подробно описана в работе [2]. Отличие данной установки от предыдущей состоит в том, что прием акустического и сейсмоэлектрического сигнала осуществляется при помощи пяти приемников, расположенных на поверхности образца. Такое расположение приемников дает возможность изучить неоднородности проявления сейсмоэлектрического эффекта в различных частях образца. С помощью данного приемника осуществляется прием измеряющих параметров сейсмоэлектрического (E) и акустического (I) сигналов сразу по всем пяти каналам или по каждому каналу отдельно.

Сейсмоэлектрический эффект в образце возбуждается упругой волной частотой 10 кГц. Эксперименты выполнены на кубических образцах базальта размерами 0,04 м, с коэффициентом пористости $K_p = 0.08—0.14$.

Для деформирования образцов использован жесткий механический одноосный пресс типа УЭ—10ТМ. С его помощью можно деформировать образец со строго постоянной скоростью. На каждой скорости деформирования выполнено по 12 экспериментов. При этом одна половина образцов была насыщена до влажности $W=70\%$, а другая половина— $W=100\%$ дистиллированной водой. Для выявления влияния ориентировки трещин на величину сейсмoeлектрического эффекта проведены аналогичные эксперименты, где регистрация измеряемых параметров E и J произведена вдоль и поперек направления одноосного сжатия. Для краткости назовем, соответственно, для первого случая—первое, а для второго—второе направление. С этой целью была изготовлена специальная струбцина, с помощью которой возможно обеспечить необходимое расположение как излучателя, так и приемников упругой волны и сейсмoeлектрического эффекта (рис. 1). В этом случае кроме изменения направления возбуждения эффекта относительно оси сжатия, остальные условия вышеописанных экспериментов полностью сохранились.

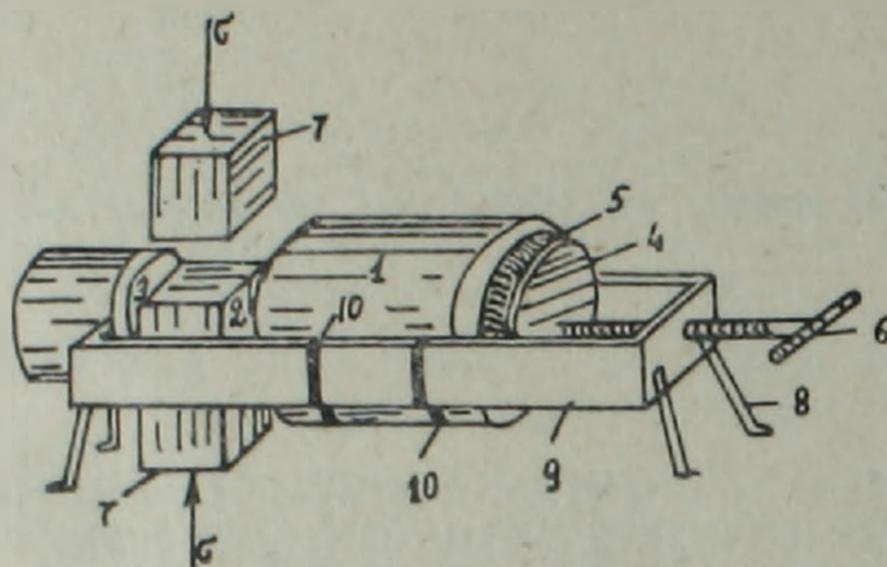


Рис. 1. Общий вид установки для бокового прозвучивания образца.

1—излучатель продольных акустических волн; 2—образец; 3—приемник звуковых волн; 4—прижимающий пистон струбцины; 5—резинка; 6—винт; 7—пуансоны прессы, передающие усилие; 8—ножки струбцины; 9—струбцина; 10—подвеска излучателя. Стрелки обозначают направление усилия.

Предварительные эксперименты показали, что при изменении скорости деформирования образцов приблизительно в 100 раз насыщенные водой образцы базальта разрушаются неодинаковым образом. Судя по форме разрушения (см. ниже), предполагается, что количество трещин в образцах, деформированных со скоростью $\Delta l_1=8,3 \cdot 10^{-5}$ м/с и $\Delta l_2=8,3 \cdot 10^{-7}$ м/с, разное, следовательно, сейсмoeлектрический эффект должен зависеть от скорости деформирования. Выявление данной зависимости и явилось целью нижеописанных экспериментов.

Опыты на образцах, проведенные на двух скоростях деформирования— $\Delta l_1=8,3 \cdot 10^{-5}$ м/с и $\Delta l_2=8,3 \cdot 10^{-7}$ м/с для разных направлений регистрации, показали, что сравнительно высокие значения U (где $U=E/J$) выявляются именно в тех местах образцов, где происходит интенсивное трещинообразование, структура которого зависит от скорости деформирования.

Экспериментально установлено, что как при полном, так и при насыщении образцов $W=70\%$ дистиллированной водой, закономерность изменения U одинакова. Отличие состоит лишь в том, что при полном насыщении образцов U получается значительно больше. На основании результатов (рис. 2,3) можно предположить, что трещины на первом участке деформации образцов или не образуются, или их количество незначительно, что не ускоряет роста U . При деформировании образцов со скоростью Δl_1 и Δl_2 , независимо от процентного содержания воды как для первого направления, так и для второго, можно выделить два характерных участка зависимости $U=f(\sigma)$, где σ —одноосное давление (рис. 2,3).

Рис. 2. соответствует значению $\sigma=0,5P$, где P —разрушающее давление, рис. 3— $\sigma=(0,85-0,90)P$. На обоих участках наблюдается ускорение роста U . Существенная сторона результатов—значительно большее изменение U при быстром деформировании. Предполагается, что это отличие связано с различным характером протекания процесса разрушения образцов, деформируемых со скоростями Δl_1 и Δl_2 . В первом случае все образцы разрушались с образованием пирамиды, основание которой прилегало к подвижному пуансону прессы, а вершина находилась у середины грани, прилегающей к неподвижному пуансону. При этом возникли крупные трещины, ограничивающие боковые грани пирамиды. В то же время для образцов, деформируемых с малой скоростью, был характерен иной тип разрушения. В этом случае возникло большое количество мелких трещин, довольно равномерно распределенных по объему образца, так что образец расплющивался. Отмеченный в результате эксперимента эффект возрастания U может быть связан с ростом пористости по мере развития дилатансии и трещинообразования на последних стадиях нагружения образцов.

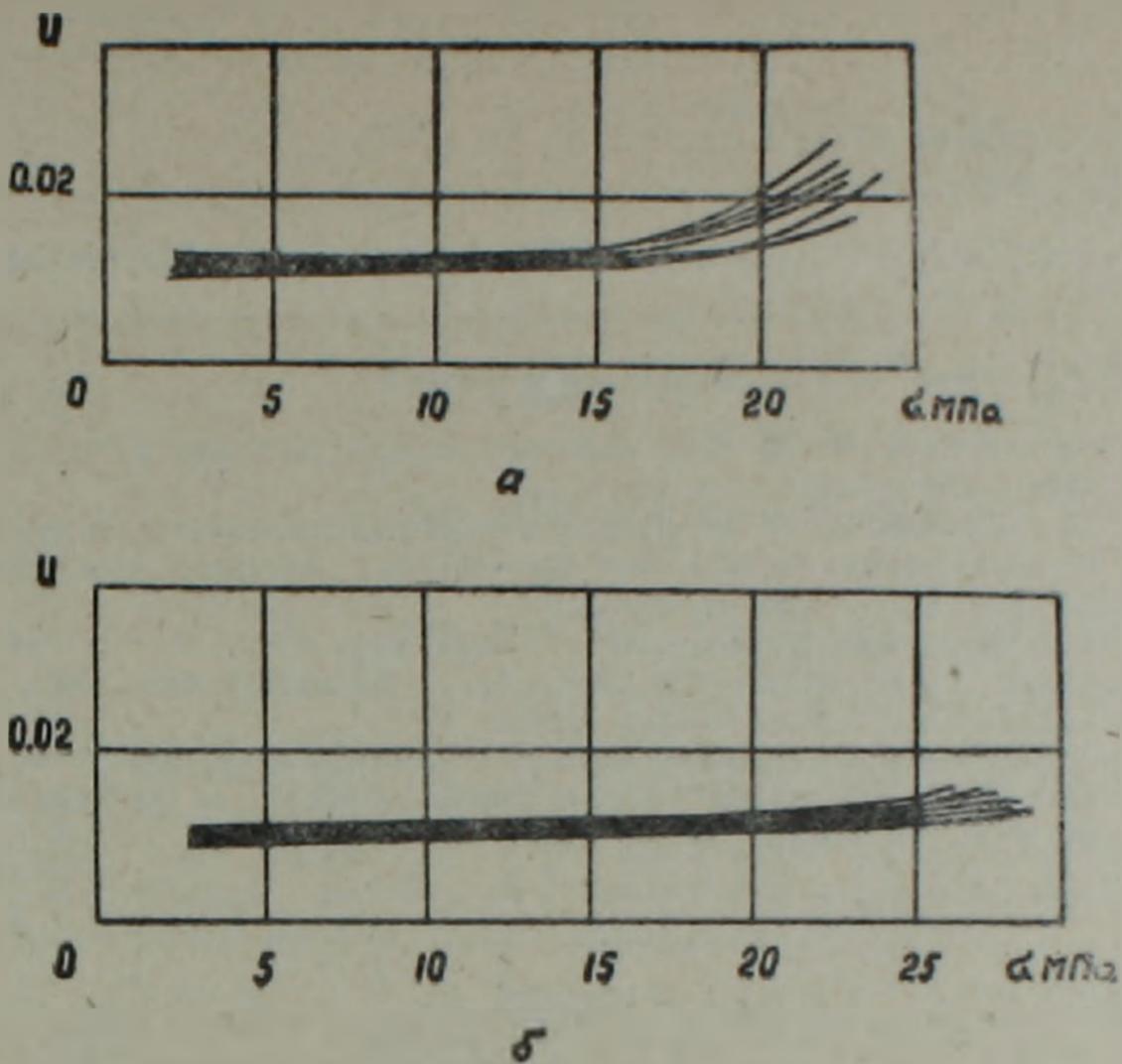


Рис. 2. Зависимость величины $U = E/J$ от одноосного сжимающего напряжения при скоростях деформирования $\dot{\Delta}_1 = 8,3 \cdot 10^{-5} \text{ м/с}$ (а) и $\dot{\Delta}_2 = 8,3 \cdot 10^{-7} \text{ м/с}$ (б). Степень насыщения образца $W = 70 \%$

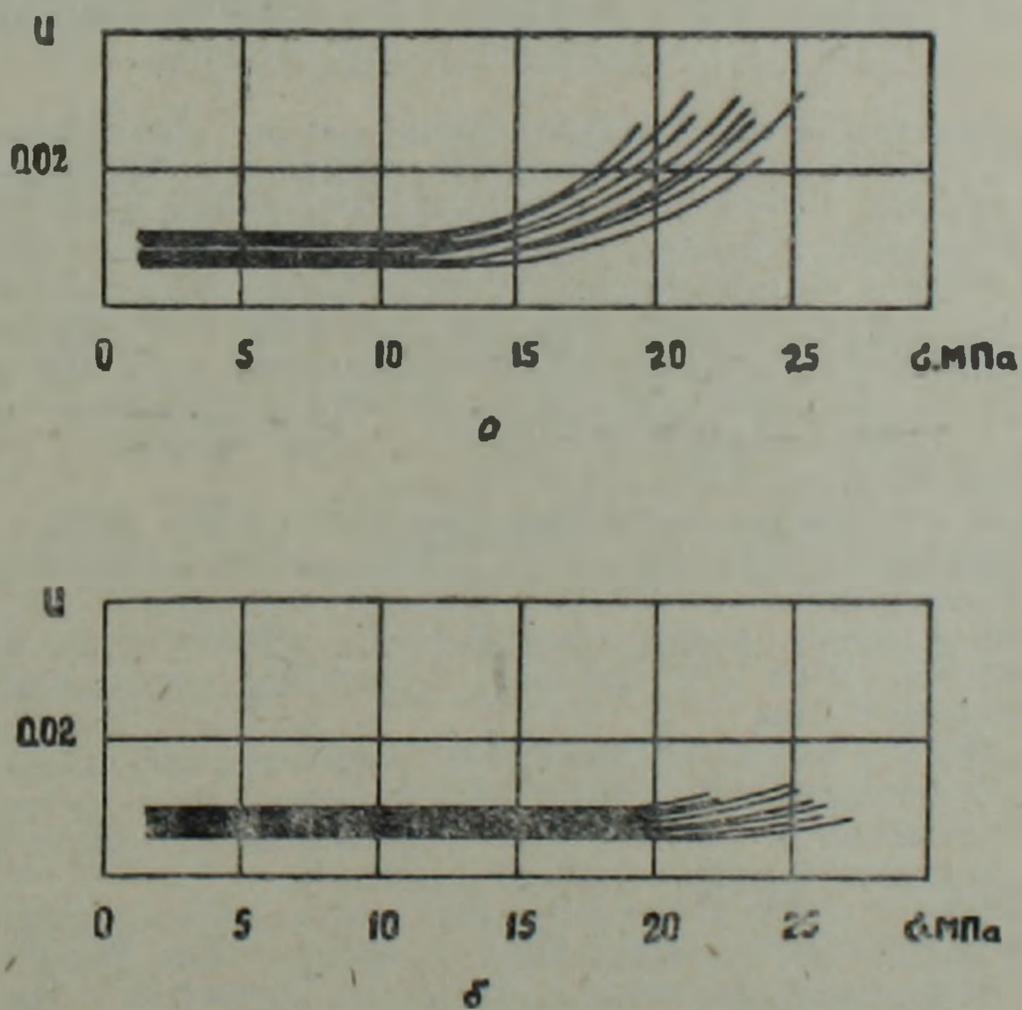


Рис. 3. Зависимость величины $U = E/J$ от одноосного сжимающего напряжения при скоростях деформирования $\dot{\Delta}_1 = 8,3 \cdot 10^{-5} \text{ м/с}$ (а) и $\dot{\Delta}_2 = 8,3 \cdot 10^{-7} \text{ м/с}$ (б). Степень насыщения образца $W = 100 \%$.

Следует отметить, что теория сейсмoeлектрического эффекта построена для изотропной среды [3, 4]. Из нее не следует выявленного в ходе настоящей работы резкого различия величины эффекта, измеряемого вдоль и поперек прикладываемой механической нагрузки, т. е. сейсмoeлектрической анизотропии.

На основании результатов данных экспериментов можно предполагать, что явление сейсмoeлектрического эффекта второго рода можно использовать для контроля напряженного состояния горных массивов с целью прогноза землетрясения.

Институт геофизики и
инженерной сейсмологии
АН АрмССР

Поступила 28.. XI. 1986.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Соболев Г. А., Демин В. М.* Механoeлектрические явления в Земле. М.: Наука, 1985, с. 145—159.
2. *Соболев Г. А., Симонян С. С.* Изменение сейсмoeлектрического эффекта при деформации и разрушении горной породы.—В кн.: Прогноз землетрясений, Изд. ДОНИИШ, 1984, № 4, с. 257—265.
3. *Мигунов Н. И.* О распространении продольных упругих волн в грунтах с электрокинетическими свойствами.—Изв. АН СССР, Физика Земли, 1981, № 3, с. 47—54.
4. *Френкель Я. И.* К теории сейсмических и сейсмoeлектрических явлений во влажной почве.—Изв. АН СССР, серия географическая и геофизическая, 1944, т. VIII, № 4, с. 134—149.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLI, № 1, 62—65, 1988

УДК 550.343.4

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

А. Х. БАГРАМЯН

МЕХАНИЗМ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ЗАГРОССКОЙ СЕЙСМОАКТИВНОЙ ЗОНЫ

С сейсмoтектонической точки зрения особый интерес представляет тот факт, что в провинции Ахваз, в отличие от Хормозской провинции, обнаружено наличие Главного молодого разлома. Этот разлом был выявлен и изучен Д. С. Чаленко и др. [3] в районе 33—35° северной широты. Он является совершенным примером правосторонней сдвиговой зоны на сравнительно ранней стадии своей структурной эволюции, протягивается по северо-восточной периферии Загроса и в принципе совпадает с Главным надвигом Загроса. Для определения ориентаций двух возможных плоскостей разрывов, компонентов подвижек в этих плоскостях и ориентации осей главных напряжений в очагах землетрясений Загросского региона наряду с сейсмичностью использовались также геолого-геофизические данные.

Механизмы очагов землетрясений определены по знакам первых вступлений продольных волн, данные которых брались из Международного сейсмического бюллетеня. Рассмотрены землетрясения с $M \geq 4,5$.

Определение механизма очагов землетрясений осуществлялось на ЭВМ по алгоритму, описанному в работе [1]. Данные о механизмах очагов использованных землетрясений приведены в табл. 1.

Анализ механизмов очагов землетрясений, расположенных вдоль Загросской сейсмоактивной зоны показал, что во всех землетрясениях одна из возможных плоскостей разрыва наклоняется в юго-восточном направлении под углом в среднем 70°, и все они являются правосторонними сдвигами (табл. 1).

Изучение механизма очагов землетрясений этого района показывает, что правосторонние сдвиговые смещения наблюдаются и юго-восточнее Главного молодого разлома по всей северо-восточной границе Ахвазской провинции и соединяются с Казерунской разломной зоной правых сдвигов.

С северной стороны Загросская зона ограничена Северо-Тебризским разломом, дугообразно окаймляющим с севера оз. Резайе и простирающимся в юго-восточном направлении (рис. 1). Согласно исследованиям М. Берберяна [2] Северо-Тебризский разлом также представляет собой правосторонний сдвиг.

В юго-восточной части Загросского хребта ярко выраженная высокая сейсмичность и разнообразный характер механизмов очагов землетрясений, несомненно, указывают на сложную тектоническую ситуацию данного района. Однако, при интерпретации данных о механизме очагов землетрясений удалось выявить определенные закономерности—наблюдаются северо-западная и северо-восточная зоны правых сдвигов. Первая соответствует Неирис-Бендер-Аббасской линии сдвигов. Вторая соот-

На основании результатов данных экспериментов можно предполагать, что явление сейсмoeлектрического эффекта второго рода можно использовать для контроля напряженного состояния горных массивов с целью прогноза землетрясения.

Институт геофизики и
инженерной сейсмологии
АН АрмССР

Поступила 28. XI. 1986.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Соболев Г. А., Демин В. М.* Механoeлектрические явления в Земле. М.: Наука, 1985, с. 145—159.
2. *Соболев Г. А., Симонян С. С.* Изменение сейсмoeлектрического эффекта при деформации и разрушении горной породы.—В кн.: Прогноз землетрясений, Изд. ДОНИИШ, 1984, № 4, с. 257—265.
3. *Мигунов Н. И.* О распространении продольных упругих волн в грунтах с электрокинетическими свойствами.—Изв. АН СССР, Физика Земли, 1981, № 3, с. 47—54.
4. *Френкель Я. И.* К теории сейсмических и сейсмoeлектрических явлений во влажной почве.—Изв. АН СССР, серия географическая и геофизическая, 1944, т. VIII, № 4, с. 134—149.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLI, № 1, 62—65, 1988

УДК 550.343.4

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

А. Х. БАГРАМЯН

МЕХАНИЗМ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ЗАГРОССКОЙ СЕЙСМОАКТИВНОЙ ЗОНЫ

С сейсмoтектонической точки зрения особый интерес представляет тот факт, что в провинции Ахваз, в отличие от Хормозской провинции, обнаружено наличие Главного молодого разлома. Этот разлом был выявлен и изучен Д. С. Чаленко и др. [3] в районе 33—35° северной широты. Он является совершенным примером правосторонней сдвиговой зоны на сравнительно ранней стадии своей структурной эволюции, протягивается по северо-восточной периферии Загроса и в принципе совпадает с Главным надвигом Загроса. Для определения ориентаций двух возможных плоскостей разрывов, компонентов подвижек в этих плоскостях и ориентации осей главных напряжений в очагах землетрясений Загросского региона наряду с сейсмичностью использовались также геолого-геофизические данные.

Механизмы очагов землетрясений определены по знакам первых вступлений продольных волн, данные которых брались из Международного сейсмического бюллетеня. Рассмотрены землетрясения с $M \geq 4,5$.

Определение механизма очагов землетрясений осуществлялось на ЭВМ по алгоритму, описанному в работе [1]. Данные о механизмах очагов использованных землетрясений приведены в табл. 1.

Анализ механизмов очагов землетрясений, расположенных вдоль Загросской сейсмоактивной зоны показал, что во всех землетрясениях одна из возможных плоскостей разрыва наклоняется в юго-восточном направлении под углом в среднем 70°, и все они являются правосторонними сдвигами (табл. 1).

Изучение механизма очагов землетрясений этого района показывает, что правосторонние сдвиговые смещения наблюдаются и юго-восточнее Главного молодого разлома по всей северо-восточной границе Ахвазской провинции и соединяются с Казерунской разломной зоной правых сдвигов.

С северной стороны Загросская зона ограничена Северо-Тебризским разломом, дугообразно окаймляющим с севера оз. Резайе и простирающимся в юго-восточном направлении (рис. 1). Согласно исследованиям М. Берберяна [2] Северо-Тебризский разлом также представляет собой правосторонний сдвиг.

В юго-восточной части Загросского хребта ярко выраженная высокая сейсмичность и разнообразный характер механизмов очагов землетрясений, несомненно, указывают на сложную тектоническую ситуацию данного района. Однако, при интерпретации данных о механизме очагов землетрясений удалось выявить определенные закономерности—наблюдаются северо-западная и северо-восточная зоны правых сдвигов. Первая соответствует Неирис-Бендер-Аббасской линии сдвигов. Вторая соот-

Ориентация разрывов и осей главных напряжений в очагах землетрясений Загросской сейсмоактивной зоны

№№ п/п	Дата д. м. г	Время в очаге ч. м. с.	M	г.м.ш	Координаты очага		I плоскость разрыва				II плоскость разрыва				Оси напряжения				Промежу- точное	
					φ_N^0	λ_E^0	вектор падения		компоненты подвижки		вектор падения		компоненты подвижки		сжатия l		растяжения k		A_Z^0	e^0
							A_Z^0	e^0	по прости- ранию sin	по падению cos	A_Z^0	e^0	по прости- ранию sin	по падению cos	A_Z^0	e^0	A_Z^0	e^0		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	7.02.73	05.27.21	5,1	6,4	31,97	49,30	238	62	+0,58	+0,80	1	44	-0,74	+0,69	33	80	287	33	129	30
2	28.03.73	03.36.39	5,0	4,0	28,58	52,67	130	32	+0,71	+0,69	261	68	-0,37	+0,92	98	71	226	30	1	22
3	22.04.73	21.29.56	5,0	50	30,71	49,79	315	49	-0,99	-0,0	47	88	+0,76	-0,64	9	61	263	64	142	49
4	06.05.73	03.59.22	4,8	46	27,21	55,49	256	71	+0,45	+0,89	18	33	-0,80	+0,58	56	69	291	35	157	26
5	25.06.73	10.29.02	4,9	48	29,95	50,45	195	45	+0,46	+0,80	336	52	-0,5	+0,86	175	86	275	21	83	21
6	24.08.73	02.06.02	5,1	41	27,86	52,82	339	71	+1,0	+0,09	71	85	-0,95	+0,33	294	10	27	17	173	70
7	25.08.73	14.58.11	5,3	57	28,17	56,79	325	71	+0,78	+0,63	70	54	-0,91	+0,42	111	11	12	30	212	48
8	2.11.73	05.46.39	4,7	66	32,64	48,21	284	71	+0,46	+0,88	46	33	-0,79	+0,60	83	69	319	35	185	25
9	2.11.73	05.57.33	4,7	61	32,63	48,30	242	71	+0,87	+0,48	343	62	-0,93	+0,35	290	84	290	56	122	56
10	11.11.73	07.14.52	5,4	19	30,53	53,0	164	45	-0,37	-0,93	314	50	+0,34	-0,94	245	73	147	2	57	16
11	10.12.73	21.05.50	4,5	30	27,6	57,04	233	19	+0,48	+0,87	21	74	-0,17	+0,98	209	28	7	60	112	10
12	16.12.73	08.25.01	4,8	46	28,42	52,75	48	71	+0,94	10,32	144	73	-0,95	+0,30	6	89	97	64	265	66
13	4.05.74	22.08.27	4,9	66	31,85	50,62	284	71	-0,95	-0,80	20	73	-0,94	-0,32	332	64	241	89	148	64
14	7.03.75	14.26.57	5,1	39	27,48	56,27	55	50	+0,41	+0,91	217	50	-0,34	+0,94	52	2	150	73	322	16
15	21.09.75	14.06.37	5,2	28	31,59	51,05	275	58	+0,85	+0,53	24	62	-0,80	+0,60	238	3	331	45	147	45
16	24.12.75	11.48.57	5,5	36	27,04	55,5	155	71	+0,60	+0,80	268	41	-0,86	+0,52	308	18	196	50	52	34
17	16.03.76	07.28.57	5,4	36	27,33	55,0	139	62	+0,99	+0,21	234	80	-0,8	+0,48	94	12	190	27	344	62
18	22.04.76	17.03.07	5,9	19	28,71	52,12	173	19	-0,88	-0,46	26	82	+0,30	-0,95	7	40	221	55	118	17
19	26.04.76	04.57.26	5,2	36	28,69	52,03	150	58	-0,98	-0,17	246	81	+0,84	-0,52	202	61	104	75	350	66
20	5.09.76	16.43.16	5,1	53	31,41	49,98	88	45	+1,0	0,0	184	84	-0,73	+0,68	37	25	146	35	282	46
21	15.10.76	23.03.25	5,1	3	30,06	51,99	138	41	-0,75	-0,65	262	64	+0,55	-0,82	217	33	105	77	7	30
22	18.10.76	10.20.14	5,0	31	30,09	52,02	242	71	+0,48	+0,87	4	33	-0,80	+0,58	42	69	277	35	143	25
23	24.10.76	16.20.59	5,0	46	27,56	56,70	296	45	+0,99	+0,13	32	84	-0,70	+0,70	246	65	355	55	130	14

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
24	11.12.76	04.09.27	5,0	49	33,60	46,60	159	71	-0,32	-0,94	294	26	+0,66	-0,74	185	30	325	66	62	19
25	4.01.77	16.09.59	5,0	52	33,14	48,01	305	62	-0,99	-0,06	38	87	+0,88	-0,46	353	68	259	73	144	60
26	5.01.77	05.44.40	5,5	36	27,47	56,25	201	45	-0,58	+0,81	316	55	-0,42	+0,91	177	5	279	66	81	24
27	18.01.77	08.48.54	5,2	49	33,11	48,00	211	83	+0,03	+0,99	350	2	-0,64	+0,76	29	47	212	43	121	2
28	23.03.77	20.40.58	5,0	40	27,53	56,45	126	84	+0,05	+1,0	274	7	0,0	+1,0	303	39	131	51	37	4
29	21.03.77	21.18.54	5,2	33	27,54	56,40	173	6	-0,99	-0,10	269	89	+0,10	-0,00	263	45	95	44	359	6
30	23.03.77	23.51.15	5,7	35	27,63	56,58	126	84	+0,05	+1,0	274	7	0,0	+1,0	303	39	131	51	37	4
31	24.03.77	04.42.25	5,2	40	27,55	56,62	38	58	-0,84	-0,54	71	62	+0,78	-0,63	18	45	285	3	191	45
32	1.04.77	13.36.24	5,9	29	27,57	56,30	233	84	+0,29	+0,96	312	18	-0,98	+0,36	38	37	251	48	142	18
33	26.04.77	16.25.29	5,4	52	32,66	48,92	126	45	+0,68	+0,73	252	59	-0,59	+0,81	96	8	200	59	3	30
34	30.04.77	14.35.37	5,1	35	27,59	56,51	173	6	0,0	-1,0	317	84	+0,10	-0,99	346	31	168	39	76	1
35	5.06.77	04.45.08	5,6	45	32,64	48,08	250	28	-0,82	-0,57	12	74	+0,31	-0,98	343	55	210	25	104	22
36	19.10.77	06.35.11	5,5	39	27,80	54,92	31	45	+0,90	+0,42	140	72	+0,68	+0,73	319	74	97	44	246	40
37	22.02.78	20.18.03	5,0	66	28,20	56,96	337	58	-0,98	-0,17	73	81	+0,83	-0,54	30	61	291	75	177	56
38	11.04.78	22.49.26	4,6	44	27,55	56,18	290	58	-0,82	-0,55	39	62	+0,80	-0,58	347	45	254	87	161	44
39	28.03.78	00.07.08	5,2	44	32,62	49,77	228	58	+0,48	+0,87	3	41	-0,59	+0,81	23	9	279	65	119	25
40	28.03.79	01.33.29	4,9	59	30,94	49,99	220	41	+0,61	+0,78	355	59	-0,45	+0,83	195	80	306	25	101	24
41	18.04.79	14.42.50	5,1	66	33,39	46,47	96	32	+0,09	+1,0	270	58	-0,07	+1,0	92	13	260	77	3	5
42	1.07.79	09.37.32	4,7	50	34,83	46,17	103	58	+0,03	+0,10	277	32	-0,03	+1,0	230	13	112	77	12	3
43	19.10.80	17.24.10	5,2	48	32,74	48,59	273	19	-1,0	-0,07	9	88	+0,31	-0,94	350	44	206	40	98	18
44	28.11.80	21.15.31	5,5	43	27,66	56,56	353	19	+0,69	+0,72	123	76	-0,24	+0,97	319	30	111	57	220	14
45	21.03.81	16.18.34	5,1	64	28,13	53,20	270	32	-0,81	-0,59	38	72	+0,42	-0,91	4	55	238	22	136	25
46	4.05.81	16.13.59	4,8	53	34,33	45,73	19	32	+0,63	+0,78	154	66	-0,37	+0,93	350	18	119	62	252	20
47	23.07.81	00.05.32	5,6	51	37,11	45,21	270	62	-0,39	-0,92	47	35	+0,60	-0,89	311	54	72	14	166	22

ветствует Бендер-Аббасской—Джирфатской высокосейсмичным линиям, которые, по всей вероятности, являются частью Оманской линии разломов, представляющей собой правый сдвиг.

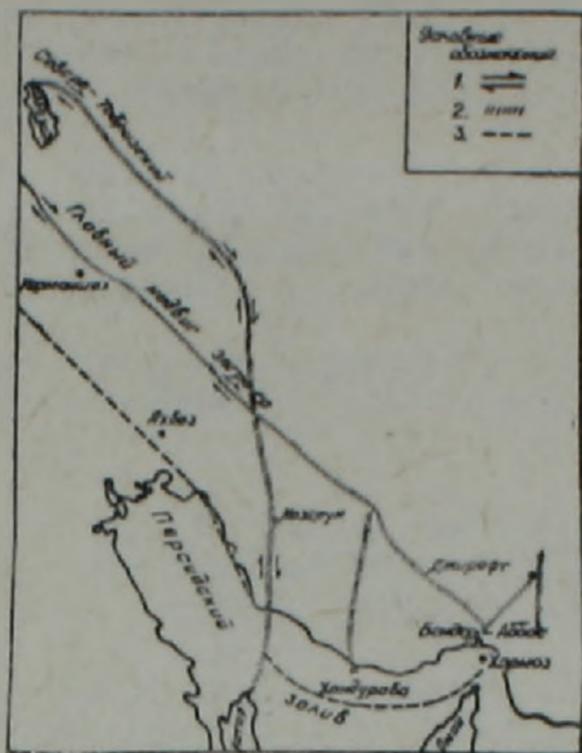


Рис. 1. Разломы Загросской сейсмоактивной зоны. 1—направление относительного смещения; 2—разрывные сейсмогенные зоны; 3—предполагаемый разлом.

В заключение можно сказать, что сеймотектонические провинции в районе Главного надвига Загроса ограничиваются продольными разломами северо-западного и юго-восточного простираний, представляющими собой систему правосторонних сдвиговых нарушений, которые объясняются продвижением Аравийской плиты на север и давлением со стороны Омана.

Институт геофизики
и инженерной сейсмологии
АН АрмССР

Поступила 10. XI. 1987.

ЛИТЕРАТУРА

1. Желанкина Т. С., Кейлис-Борок В. И., Писаренко В. Ф., Пятецкий-Шапиро И. И. Определение механизма землетрясений на цифровой электронной вычислительной машине.—В кн.: Алгоритмы интерпретации сейсмических данных (Выч. сейсм., вып. 5).—М.: Наука, 1971, с. 3—27.
2. Berberian M. Contribution to the seismo tectonics of Iran (Part II). Geol. Survey of Iran, Rep. N 38, pp. 517.
3. Tchalenko J. S., Braund J. Seismicity and Structure of the Zagros (Iran); The main recent Faults Between 33° and 35° N. Phil. Trans. Roy. Soc., London, 277 (1262) pp. 1—25, 1974.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLI, № 1, 65—67, 1988

ТДК: 550.348:550.838

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

М. М. БАСЕНЦЯН, О. А. КУЧМИН, В. П. РУДАКОВ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ПОЛЯ ПОДПОЧВЕННОГО РАДОНА В УСЛОВИЯХ ПРОГНОСТИЧЕСКОГО ПОЛИГОНА АРМЕНИИ

В последние годы опубликованы [1, 5, 6] многочисленные данные, которые бесспорно свидетельствуют о наличии связи между динамикой полей подпочвенного радона и вариациями напряженно-деформированного состояния пород сейсмоактивных регионов и, прежде всего, при подготовке сильных землетрясений. Причем установлено, что предваряющее аномальное изменение в эманационном поле, отражая изменение режима деформаций сейсмоактивного региона, может наблюдаться на весьма значительных расстояниях от эпицентра землетрясения, порой оцениваемых несколькими

ветствует Бендер-Аббасской—Джирфатской высокосейсмичным линиям, которые, по всей вероятности, являются частью Оманской линии разломов, представляющей собой правый сдвиг.

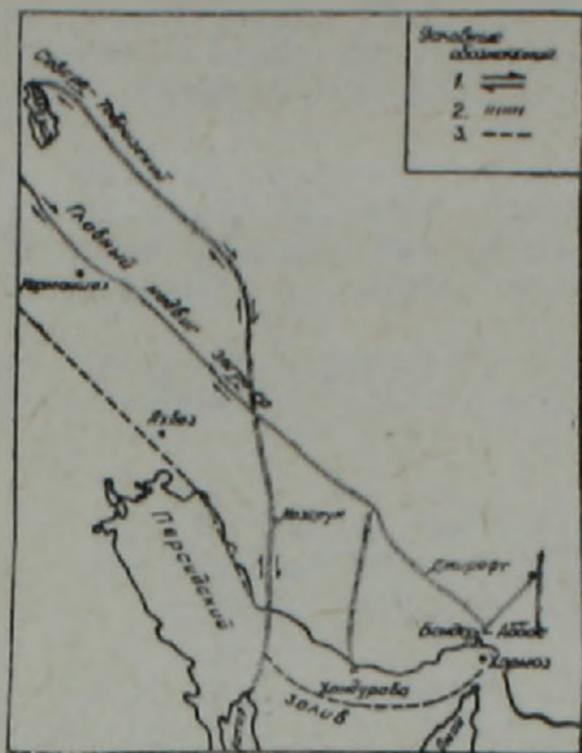


Рис. 1. Разломы Загросской сейсмоактивной зоны. 1—направление относительного смещения; 2—разрывные сейсмогенные зоны; 3—предполагаемый разлом.

В заключение можно сказать, что сеймотектонические провинции в районе Главного надвига Загроса ограничиваются продольными разломами северо-западного и юго-восточного простираний, представляющими собой систему правосторонних сдвиговых нарушений, которые объясняются продвижением Аравийской плиты на север и давлением со стороны Омана.

Институт геофизики
и инженерной сейсмологии
АН АрмССР

Поступила 10. XI. 1987.

ЛИТЕРАТУРА

1. Желанкина Т. С., Кейлис-Борок В. И., Писаренко В. Ф., Пятецкий-Шапиро И. И. Определение механизма землетрясений на цифровой электронной вычислительной машине.—В кн.: Алгоритмы интерпретации сейсмических данных (Выч. сейсм., вып. 5).—М.: Наука, 1971, с. 3—27.
2. Berberian M. Contribution to the seismo tectonics of Iran (Part II). Geol. Survey of Iran, Rep. N 38, pp. 517.
3. Tchalenko J. S., Braund J. Seismicity and Structure of the Zagros (Iran); The main recent Faults Between 33° and 35° N. Phil. Trans. Roy. Soc., London, 277 (1262) pp. 1—25, 1974.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLI, № 1, 65—67, 1988

ТДК: 550.348:550.838

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

М. М. БАСЕНЦЯН, О. А. КУЧМИН, В. П. РУДАКОВ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ПОЛЯ ПОДПОЧВЕННОГО РАДОНА В УСЛОВИЯХ ПРОГНОСТИ- ЧЕСКОГО ПОЛИГОНА АРМЕНИИ

В последние годы опубликованы [1, 5, 6] многочисленные данные, которые бесспорно свидетельствуют о наличии связи между динамикой полей подпочвенного радона и вариациями напряженно-деформированного состояния пород сейсмоактивных регионов и, прежде всего, при подготовке сильных землетрясений. Причем установлено, что предваряющее аномальное изменение в эманационном поле, отражая изменение режима деформаций сейсмоактивного региона, может наблюдаться на весьма значительных расстояниях от эпицентра землетрясения, порой оцениваемых несколькими

сотнями километров. Также показано, что в ряде случаев перед сильными землетрясениями характер поведения эманационного поля подпочвенного радона аналогичен поведению краткосрочных предвестников гидродинамического происхождения, в связи с чем основу методологии прогностических измерений вариаций радиоактивной эманации составляет предварительный поиск тектонических структур, гидродинамические условия которых обеспечивают соответствующий отклик поля подпочвенного радона на деформации земной коры [3].

В условиях Армении наблюдение за вариациями поля подпочвенного радона ведется сотрудниками ОМСЭ ИГИС на одной из сейсмостанций юга республики (г. Джермук), практически начиная с января 1981 года. Измерение вариаций эманационного поля осуществляется с помощью установки и в соответствии с методикой, рассмотренной в работе [3].

В результате многолетних наблюдений получены данные, которые позволяют выявить некоторые закономерности в вариациях эманационного поля подпочвенного радона, имеющие определенную практическую значимость.

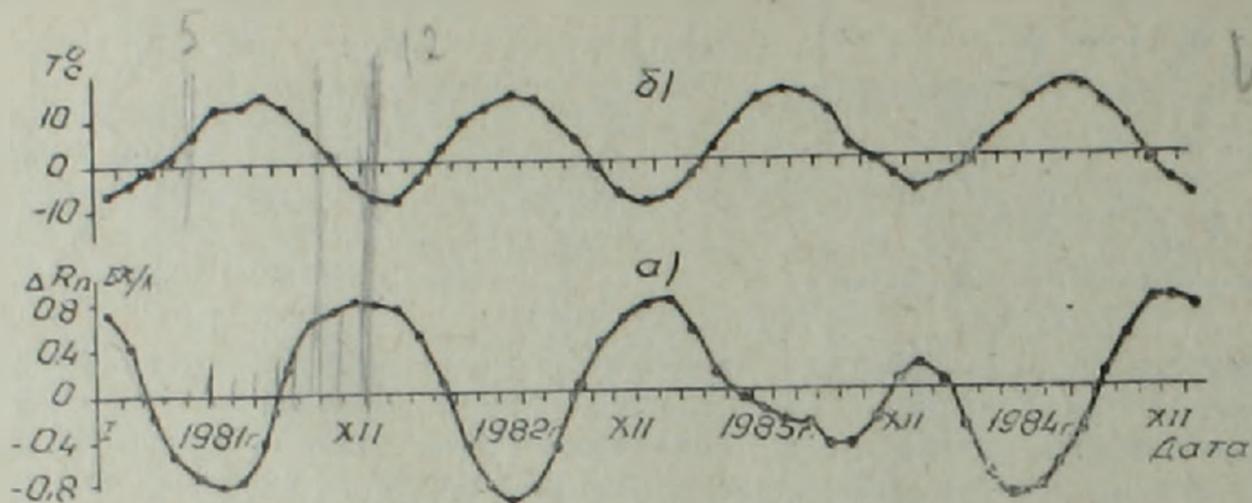


Рис. 1. Графики сезонных вариаций: а—концентрации подпочвенного радона; б—температуры воздуха приземного слоя атмосферы.

На рис. 1 представлены центрированная относительно среднего кривая среднемесячных значений концентрации подпочвенного радона (рис. 1а) и кривая среднемесячных значений (рис. 1б) температуры атмосферного воздуха. Обе кривые сглажены методом скользящего среднего трехмесячным окном с шагом 1 месяц.

На представленной кривой (рис. 1а) достаточно четко прослеживается сезонная периодичность в эманационном поле радона, которая проявляется в противофазе с сезонной периодичностью температуры приземного слоя атмосферы.

В настоящее время вопрос о природе волны сезонной периодичности является пока дискуссионным. В частности, высказывается мнение об обусловленности волны эманационного поля волной термоэластических деформаций [4] и не исключается ее обусловленность сезонным изменением диффузионных свойств горных пород. В то же время волны сезонной периодичности наблюдаются также в других геофизических полях [2] и, в частности, в деформационном. Поэтому, видимо, правомерным является утверждение, что подобная циклическая зависимость, очевидно, отражает режим выноса эманации к «дневной поверхности» при изменении температурных условий прогрева земной поверхности, с одной стороны, и—сопутствующее, вызванное сезонным изменением скорости вращения планеты, изменение напряженно—деформированного состояния земной коры—с другой.

Нарушение отмеченной зависимости в эманационном поле, не связанное с сезонным изменением температурного режима приземного слоя атмосферы, по всей видимости, связано с глобальными процессами, определяющими тектоническую активность отдельных сейсмоактивных регионов и являющихся причиной возникновения сильных землетрясений. Так, например, нарушение сезонного хода в эманационном поле в осенне-зимний период 1983 года может быть признаком глобального изменения напряженного состояния земной коры, предшествовавшего Эрзрумскому землетрясению, происшедшему в августе 1983 года.

Кроме глобальных, обусловленных сезонными изменениями, в эманационном поле находят отражение процессы, связанные с разгрузкой напряженного состояния пород в конкретном горном массиве. На рис. 2 приведена характерная кривая подпочвенного радона, построенная по результатам энергетической фильтрации исходных данных в «трехмесячном» окне и приведена сейсмическая активность в радиусе 100 км от станции за соответствующий период времени. Приведенная закономерность изменения концентрации подпочвенного радона отражает изменение напряженного состояния горного массива, в данном случае его относительное уменьшение, которое предшествовало серии слабых землетрясений. Характерный ход графика изменения перед некоторыми землетрясениями концентрации подпочвенного радона, видимо, соответствует, как это отмечено в [5], времени образования магистрального разрыва, сопровождающегося поведением краткосрочных предвестников.

Кроме того, результаты статистической обработки исходных данных свидетельствуют, что непосредственно перед разгрузкой напряженного состояния земной коры региона наблюдается увеличение (примерно на 20%) дисперсии «сигнала», что, по

всей видимости, также может быть признаком приближающегося сейсмического события.

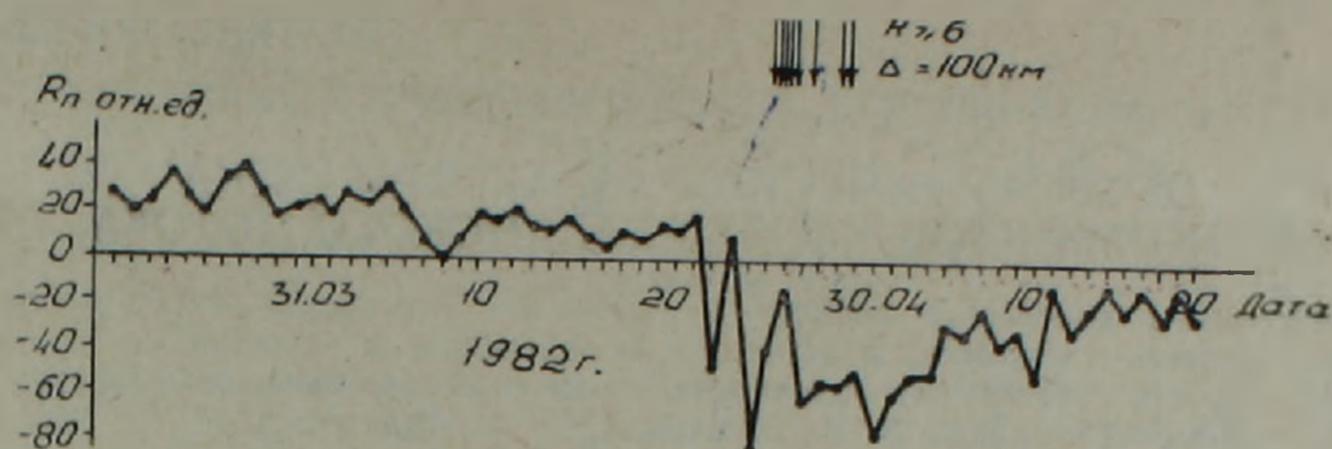


Рис. 2. График бухтообразного изменения концентрации подпочвенного радона, связанного с разгрузкой напряженного состояния пород горного массива. Стрелками обозначены моменты местных землетрясений.

Таким образом, данные многолетних наблюдений за вариациями концентрации подпочвенного радона в условиях Армении позволяют сделать следующие выводы:

1. В вариациях концентрации подпочвенного радона наблюдается сезонная периодичность, противофазная сезонной периодичности температуры приземного слоя атмосферы. Нарушение сезонной периодичности в эманационном поле радона, не связанное с изменением метеоусловий, является вероятным признаком изменения напряженно-деформированного состояния пород региона, вызванного причинами тектонического происхождения.

2. Бухтообразное короткопериодное изменение концентрации подпочвенного радона, предваряемое увеличением дисперсии сигнала, является предвестником локального изменения напряженного состояния пород горного массива, связанного с подготовкой местных землетрясений.

Институт геофизики и инженерной
сейсмологии АН АрмССР,
Московский геологоразведочный институт
им. С. Орджоникидзе

Поступила 7.VIII.1986.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдувалиев А. К., Андреев В. К., Войтов Г. И., Сергеев А. К. Особенности хода во времени содержания радона в подпочвенной атмосфере в сейсмически активных зонах Западной Ферганы перед землетрясениями 18/X и 11/XII (Напрбекским) 1980 г.—ДАН, 1983, т. 271, № 1, с. 72—75.
2. Нерсесов И. Л., Рулев Б. Г., Боканенко Л. И. и др. Сезонные вариации ряда сейсмологических и деформационных параметров на Гармском полигоне.—ДАН СССР, т. 282, № 5, 1985, с. 1086—1089.
3. Рудаков В. П. К вопросу о мониторинге подпочвенного радона на прогностических полигонах.—Геология и геофизика, 1985, № 1, с. 63—67.
4. Рудаков В. П. К вопросу о природе сезонных вариаций подпочвенного радона.—Геохимия, 1985, № 7, с. 1055—1058.
5. Рудаков В. П., Соболев Г. А. К вопросу об использовании эманационного метода для прогноза землетрясений.—В кн.: Гидрогеохимические предвестники землетрясений. М.: Наука, 1985, с. 163—169.
6. Флеров Г. Н., Чирков А. М., Третьякова С. П., Джолос Л. В., Меркина К. И. Использование радона в качестве индикатора вулканических процессов.—Изв. АН СССР, Физика Земли, 1986, № 3, с. 52—62.

Г. М. АВЧЯН, Н. З. ТЕР-ДАВТЯН, А. В. МАНУКЯН

ПЕТРОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИГНИМБРИТОВ КАСАХ-РАЗДАНСКОГО ПОТОКА

Исследованием физических свойств игнимбритов Армянской ССР, которое до настоящего времени сводилось, в общем, к определению и изучению их физико-механических свойств, таких как прочность, пористость, морозоустойчивость, жароупорность и т. п., занимались Б. В. Залесский, З. А. Ацагорцян, О. А. Мартirosян и особенно К. Г. Ширинян, изучавший их также в связи с генезисом этих пород.

В последние годы начато систематическое исследование петрофизических свойств игнимбритов Армянской ССР в связи с механизмом их извержения, условиями отложения, консолидации и другими генетическими вопросами. В настоящей статье, являющейся по существу первой публикацией полученных данных, рассмотрены закономерности изменения петрофизических свойств игнимбритов по простиранию касак-разданского четвертичного потока, выделенного К. И. Карапетяном. Выбор именно этого потока в качестве объекта изучения не случаен, так как будучи геологически единым телом, он является наиболее представительным по своей длине (не менее 80 км), большими колебаниями мощности (от 0,3 до 18 м) и изменением текстурного рисунка как по простиранию, так и по мощности.

На всем своем протяжении, независимо от мощности, поток имеет, в общем, «классическое» зональное строение, выраженное тремя горизонтами: нижним—полурыхлым, рыхлым; средним—спекшимся; верхним—полуспекшимся и рыхлым, который сохранился только в отдельных пунктах. Такое строение потока в разрезе четко фиксируется и по петрофизическим характеристикам [1].

Игнимбриты слагаются пепловой матрицей, вкрапленниками и обломками плагиоклаза и пироксенов, рудного минерала, фьямме и ксенолитами. Вкрапленники минералов, фьямме и ксенолиты по мощности потока распределены незакономерно, хаотично. Пепловые частицы и фьямме в средней, наиболее спекшейся части потока более уплощенные, вытянутые по сравнению с полурыхлой и рыхлой верхней и нижней его частями.

По простиранию потока, по мере удаления от г. Арагац, в общем, наблюдается смена игнимбритов пламенного типа ереванско-ленинканскими.

Преобладающий состав игнимбритов—андезито-дацитовый.

Касак-разданский поток, который местами размыт, прослежен от района с. Апаран по ущелью р. Касак до массива г. Аранлер, у которого он разветвляется на два рукава. «Левый рукав» протягивается по р. Чади-джур (левый приток р. Раздан) через Котайкское плато до Советашенского холмоторья и достигает района с. Нор-Кянк. «Правый рукав», основной объем игнимбритов, обойдя массив с запада, широко разливается в междуречье Касак-Раздан, покрывая Егвардское плато, и достигает района с. Аргаванд, где уходит под озерные отложения.

Для исследования взято 52 образца из естественных обнажений и карьеров по простиранию потока. Отбирались они, в общем, из наиболее спекшейся, средней, неокисленной зоны, что дает основание провести сравнительный анализ определенных петрофизических параметров.

Поскольку исследуемый поток, достигнув г. Аранлер, дает ответвление, нами были построены два профиля: вдоль правого, основного рукава (с. Апаран, Апаранское водохранилище, монастырь Аствацкал, сс. Агнагюх, Арташаван, Оганаван, Егвард, Ерзика, гор. Аштарак, сс. Ошакан, Давидашен, Мусалер, район с. Аргаванд) и вдоль левого рукава (с. Апаран, Апаранское водохранилище, монастырь Аствацкал, сс. Ериджатап, Бужакан, Арагюх, Арамус, Джрвеж, Вохчаберд, Советашен и Нор-Кянк), на которые были спроецированы точки отбора образцов и по этим профилям изучались закономерности изменения петрофизических свойств. Необходимо отметить, что направление левого рукава от с. Арамус круто меняется примерно на 90°; кроме того, на отрезке с. Карашамб—гор. Абьян игнимбриты частично перекрыты лавами и размыты.

В лаборатории петрофизических исследований кафедры геофизических методов поиска и разведки месторождений полезных ископаемых геологического факультета Ереванского госуниверситета на образцах ($5 \times 5 \times 5$ см³) были определены плотность (σ), коэффициент пористости (открытой, K_n), скорость распространения продольных волн (V_p) и удельное электрическое сопротивление (ρ). Плотность и открытая пористость (K_n) определены методом гидростатического взвешивания на весах ВЛКТ—500 г-М; скорость распространения продольных волн—способом прямого прозвучивания на сейсмоскопе ИПА (цена деления 0,5 мкс) с последующим контролем измерений на «тройке» (генератор Г5—54, усилитель высокочастотный широкополосный УЗ—29, осциллограф двухлучевой универсальный С1—74, цена деления 0,01 мкс); удельное электрическое сопротивление—мостовым способом переменного тока. Результаты лабораторных определений представлены графически на рис. 1 (а, б) и 2 (а, б).

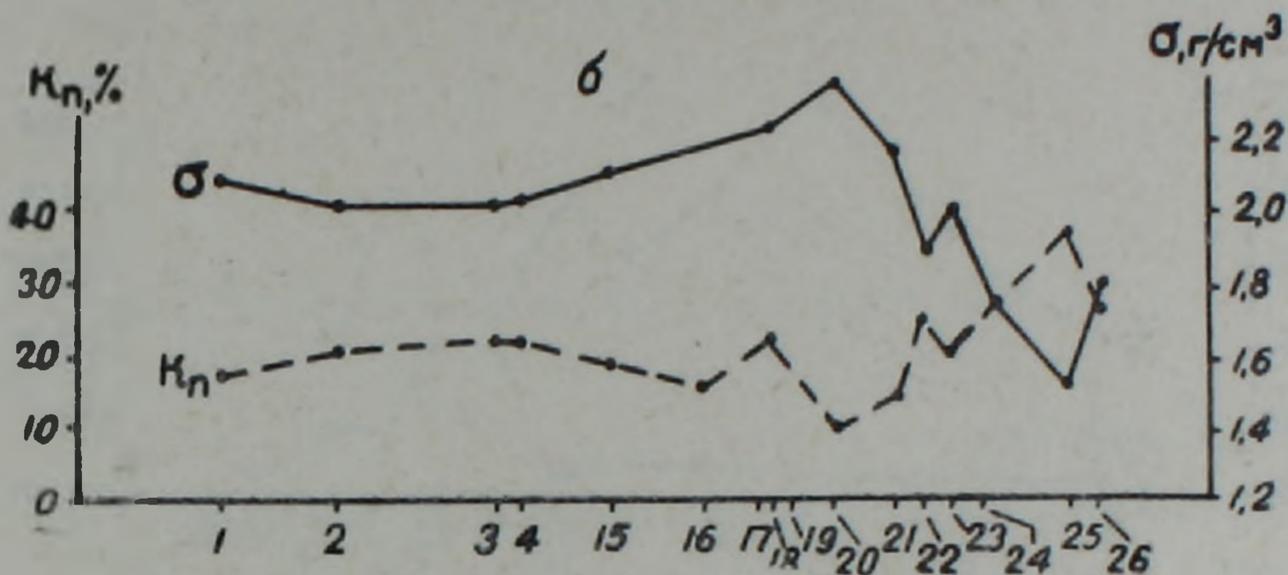
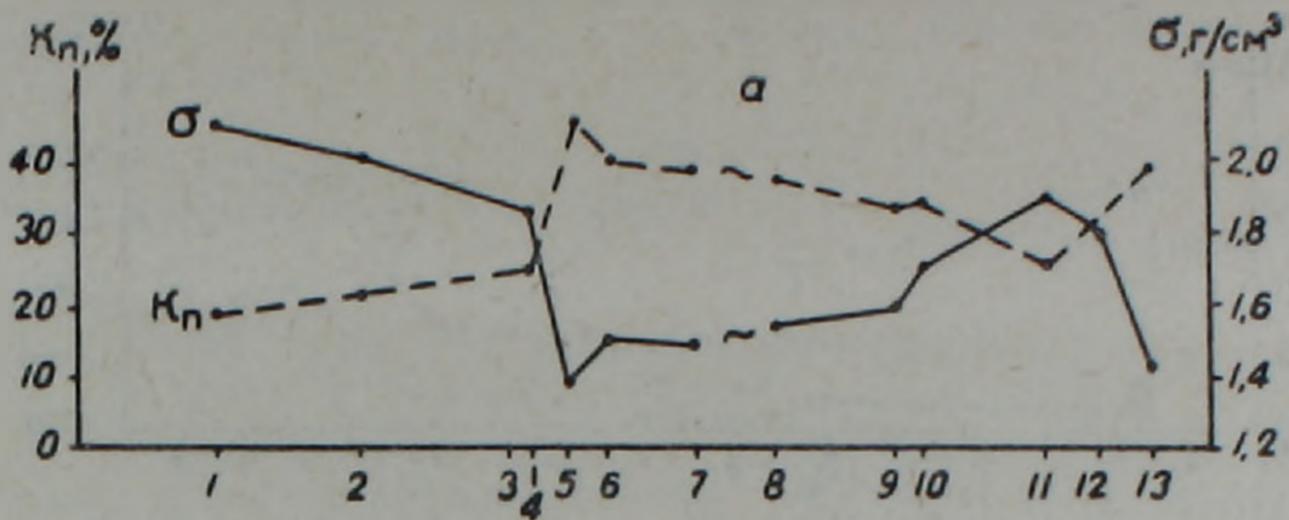


Рис. 1 (а, б). Изменение пористости (K_n) и плотности (σ) игнимбритов по простиранию касак-разданского потока. а—левый рукав. 1—в 3 км к СЗ от с. Апаран; 2—Апаранское водохранилище; 3—монастырь Аствацкал; 4—кладбище с. Ернджатап; 5—Ернджатапский карьер; 6—с. Бужакан; 7—с. Арагюх; 8—с. Арамус; 9—с. Вохчаберд; 10—с. Джрвеж, 11—старый Советашенский карьер (у колонии); 12—с. Советашен; 13—с. Нор-Кянк. б—правый рукав. 1—в 3 км к СЗ от с. Апаран; 2—Апаранское водохранилище; 3—монастырь Аствацкал; 4—с. Агнагюх; 15—с. Арташаван; 16—с. Оганаван; 17—западнее с. Егвард в 3,3 км; 18—с. Ерзика; 19—Аштаракский мост; 20—с. Ошакан; 21—место пересечения шоссе Ереван-Аштарак с ж/д; 22—в км от с. Давидашен по Егвардскому шоссе; 23—в 2 км по шоссе Ереван-Егвард, при выезде из г. Ереван; 24—с. Давидашен; 25—с. Мусалер; 26—с. Аргаванд.

Ниже приводится петрофизическая характеристика левого и правого рукавов. Правый рукав (рис. 1, б) характеризуется непрерывно-прерывистым изменением K_n . Пористость увеличивается по мере удаления от вулкана Арагац, от начала потока к его концу. Пределы колебания K_n —от 5 до 40%, причем наименьшее значение наблюдается в районе с. Ошакан, наибольшее—в районе с. Аргаванд.

Плотность (рис. 1, б) варьирует в пределах 1,5—2,35 г/см³, при этом наименьшей плотностью обладают игнимбриты в районе сс. Давидашен и Мусалер, наибольшей—в районе с. Ошакан. В общем, же плотность уменьшается от начала потока к его концу.

Для V_p (рис. 2, б) в первом приближении выявляется общая тенденция увеличения от начала потока к его концу с отклонениями в пунктах с. Агнагюх (максимальное—3,8 км/с) и сс. Ошакан и Мусалер (минимальное—2,24 км/с).

Удельное электрическое сопротивление (рис. 2, б) в начале и средней части потока меняется очень незначительно (в пределах 10—15 Ом·м); в районах Аштаракского и Ошаканского мостов наблюдается скачок ρ до 90 Ом·м, далее, к концу потока, ρ ступенчато уменьшается до 15—17 Ом·м, то есть значения ρ в начале и конце потока практически одинаковы.

В левом рукаве (рис. 1, а) наблюдается увеличение коэффициента пористости по простиранию потока. При этом K_n изменяется от 17 до 47%. Характер изменения непрерывно-прерывистый. Минимальной пористостью обладают игнимбриты, расположенные в непосредственной близости от г. Арагац.

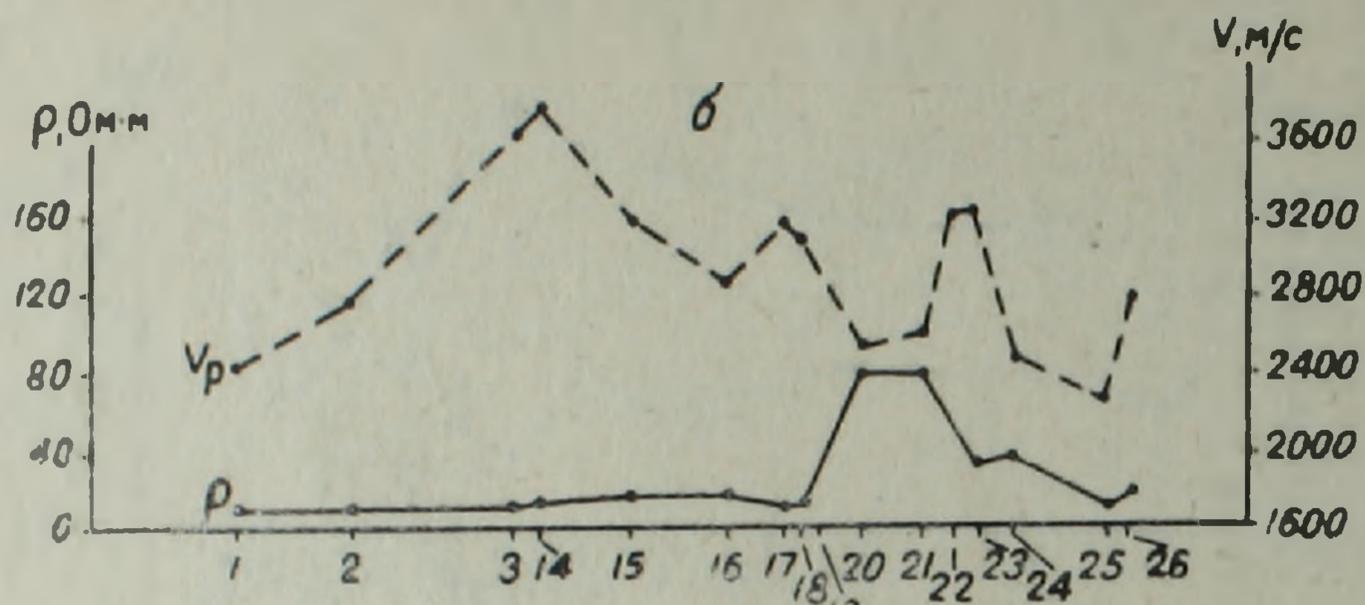
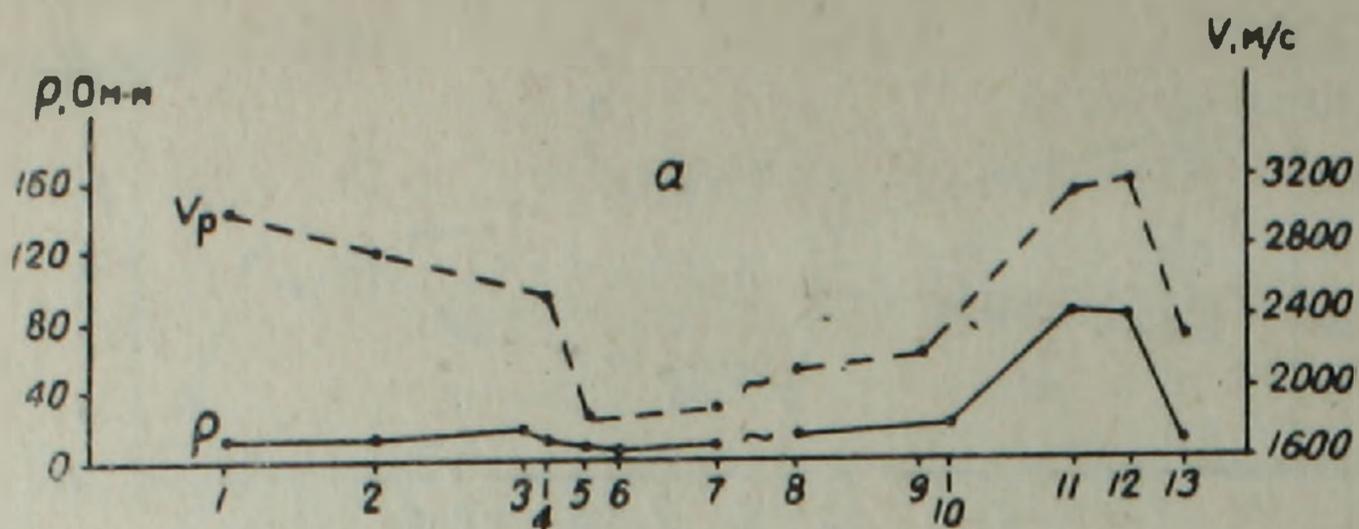


Рис. 2 (а, б). Изменение скорости распространения продольных волн (V_p) и удельного электрического сопротивления (ρ) игнимбритов по простиранию касак-разданского потока. а—левый рукав. Цифровые обозначения см. на рис. 1, а, б—правый рукав. Цифровые обозначения см. на рис. 1, б.

Плотность (рис. 1, а) меняется в пределах 1,34—2,09 г/см³ и обратно пропорционально пористости. Причем наибольшую плотность имеют игнимбриты района с. Апаран, а наименьшую—района с. Ерджатап.

Скорость распространения продольных волн (рис. 2, а) характеризуется колебаниями в пределах 1,8—3,17 км/с. Минимальное значение соответствует игнимбритам в средней части потока, а именно: в районе с. Бужак и Ерджатапского карьера. В общем, V_p уменьшается по простиранию потока вплоть до сс. Джрвеж и Вохчаберд, затем увеличивается до 3,17 км/с в старом Советашенском карьере и вновь падает до 2,2 км/с в конечном пункте, районе с. Нор-Кянк.

Вариации удельного электрического сопротивления (рис. 2, а), в целом, по простиранию происходят в достаточно узких пределах: от 2 до 20 Ом·м, исключая скачок до 80 Ом·м у с. Советашен. Устанавливается общая тенденция уменьшения ρ от видимого начала потока к его концу.

* * *

Результаты анализа проведенных исследований описанных петрофизических параметров (ϵ , K_n , V_p и ρ) игнимбритов касак-разданского потока свидетельствуют о том, что физические свойства распределены неравномерно по потоку, в частности, меняются по его простиранию. Выявлены следующие основные закономерности.

1. Характер изменения пористости и плотности по простиранию потока в игнимбритах обоих рукавов одинаков: K_n , в общем, увеличивается по мере удаления от г. Арагац, ϵ —уменьшается. При этом значения плотности в правом рукаве несколько выше, чем в левом.

2. Изменения V_p и ρ по простиранию в игнимбритах правого и левого рукавов различаются—преимущественно в средней части потока. В средней части правого рукава значения V_p максимальные, а в средней части левого, наоборот, наиболее низкие. Удельное электрическое сопротивление в игнимбритах средней части правого рукава такое же как в начале потока, в то время, как игнимбриты средней части левого—обладают минимальным ρ .

Причины, способствовавшие именно такому распределению физических параметров по простиранию потока, а также вызвавшие аномально высокие значения V_p и ρ в старом Советашенском карьере и с. Советашен, пока еще неясны и требуют комплексного исследования.

Ереванский гос. университет,
Институт геологических наук АН АрмССР

Поступила 11 VI.1986.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авчян Г. М., Манукян А. В., Тер-Давтян Н. Э.—Некоторые петрофизические особенности туфов еревано-ленинканского типа в свете механизма их образования.—Тез. докл. VI Всес. вулканол. совещания. Петропавловск-Камчатский, 1985, вып. 2, с. 7.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XL1, № 1, 71—73, 1988

УДК 528.9 (479.25)

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

А. Б. БАГДАСАРЯН, А. А. БАГДАСАРЯН, Т. А. ТРИФОНОВА

О НОВОМ НАЦИОНАЛЬНОМ АТЛАСЕ АРМЯНСКОЙ ССР

Национальный атлас предназначен для глубокой разносторонней картографической характеристики географии республики, для научно-исследовательских и прикладных целей [4]. Атлас представляет свод карт, раскрывающих закономерности размещения изображенных явлений, пространственные связи и обусловленности для выяснения динамики и развития процессов и явлений, могущих служить также основой географического прогноза. Как пространственная модель природных и социально-экономических реальностей, атлас дает возможность представить сравнительные аналогичные аспекты комплекса взаимосвязей.

Особая ценность комплексного атласа заключается в возможности учета местных условий—природных, социально-экономических предпосылок в различных сферах практической деятельности—административных, плановых, хозяйственных и др. организаций.

В настоящее время особую актуальность приобретают экологические аспекты—охрана и возобновление естественных ресурсов, рациональное использование природных богатств, научно-обоснованное размещение и развитие производительных сил, планирование народного хозяйства для целей комплексного развития, а также культурного строительства, проектирования и реализации проектов. Немаловажное значение атласы имеют и для культурно-массовых и пропагандистских целей.

В 50-60 годы было составлено и издано около 60 национальных атласов, под методическим руководством Комиссии национальных атласов Международного Географического Союза. Одним из первых в 1961 году вышел в свет Атлас Армянской ССР [1]—капитальный труд, являющийся сводом картографического обобщения научных знаний о республике того времени. В отличие от многих атласов, Атлас Советской Армении содержал также раздел истории армянского народа. Атлас был оценен как крупное внедрение в картографическую и географическую науку и получил широкий резонанс не только в нашей стране, но и за рубежом [6, 7]. Атлас был представлен на XX Международном географическом конгрессе в Лондоне [5].

Богатое содержание, комплексность, выразительность карт обеспечили его большое прикладное значение, и он более четверти века служил важным источником картографического обслуживания народного хозяйства республики.

Последняя четверть XX века отмечается резким усилением научно-технического прогресса, вследствие чего непомерно обострилось взаимодействие «общество-природа». Перед наукой возникла насущная необходимость разработки рациональных основ разумного природопользования и природообразования в целях оптимизации среды. При этом среду обитания человечества необходимо рассматривать как комплекс природных и социальных факторов, в развитии которого значительную роль играет географический фактор.

При эколого-экономической оценке географической оболочки особую ценность имеют комплексные национальные атласы второго поколения. За прошедшие десятилетия в науках о Земле, социально-экономических и демографических науках произошли большие сдвиги, поэтому возникла необходимость создания новых национальных атласов, построенных на обобщении результатов научных исследований на современном уровне.

Причины, способствовавшие именно такому распределению физических параметров по простиранию потока, а также вызвавшие аномально высокие значения V_p и ρ в старом Советашенском карьере и с. Советашен, пока еще неясны и требуют комплексного исследования.

Ереванский гос. университет,
Институт геологических наук АН АрмССР

Поступила 11 VI.1986.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авчян Г. М., Манукян А. В., Тер-Давтян Н. Э.—Некоторые петрофизические особенности туфов еревано-ленинканского типа в свете механизма их образования.—Тез. докл. VI Всес. вулканол. совещания. Петропавловск-Камчатский, 1985, вып. 2, с. 7.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XL1, № 1, 71—73, 1988

УДК 528.9 (479.25)

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

А. Б. БАГДАСАРЯН, А. А. БАГДАСАРЯН, Т. А. ТРИФОНОВА

О НОВОМ НАЦИОНАЛЬНОМ АТЛАСЕ АРМЯНСКОЙ ССР

Национальный атлас предназначен для глубокой разносторонней картографической характеристики географии республики, для научно-исследовательских и прикладных целей [4]. Атлас представляет свод карт, раскрывающих закономерности размещения изображенных явлений, пространственные связи и обусловленности для выяснения динамики и развития процессов и явлений, могущих служить также основой географического прогноза. Как пространственная модель природных и социально-экономических реальностей, атлас дает возможность представить сравнительные аналогичные аспекты комплекса взаимосвязей.

Особая ценность комплексного атласа заключается в возможности учета местных условий—природных, социально-экономических предпосылок в различных сферах практической деятельности—административных, плановых, хозяйственных и др. организаций.

В настоящее время особую актуальность приобретают экологические аспекты—охрана и возобновление естественных ресурсов, рациональное использование природных богатств, научно-обоснованное размещение и развитие производительных сил, планирование народного хозяйства для целей комплексного развития, а также культурного строительства, проектирования и реализации проектов. Немаловажное значение атласы имеют и для культурно-массовых и пропагандистских целей.

В 50-60 годы было составлено и издано около 60 национальных атласов, под методическим руководством Комиссии национальных атласов Международного Географического Союза. Одним из первых в 1961 году вышел в свет Атлас Армянской ССР [1]—капитальный труд, являющийся сводом картографического обобщения научных знаний о республике того времени. В отличие от многих атласов, Атлас Советской Армении содержал также раздел истории армянского народа. Атлас был оценен как крупное внедрение в картографическую и географическую науку и получил широкий резонанс не только в нашей стране, но и за рубежом [6, 7]. Атлас был представлен на XX Международном географическом конгрессе в Лондоне [5].

Богатое содержание, комплексность, выразительность карт обеспечили его большое прикладное значение, и он более четверти века служил важным источником картографического обслуживания народного хозяйства республики.

Последняя четверть XX века отмечается резким усилением научно-технического прогресса, вследствие чего непомерно обострилось взаимодействие «общество-природа». Перед наукой возникла насущная необходимость разработки рациональных основ разумного природопользования и природообразования в целях оптимизации среды. При этом среду обитания человечества необходимо рассматривать как комплекс природных и социальных факторов, в развитии которого значительную роль играет географический фактор.

При эколого-экономической оценке географической оболочки особую ценность имеют комплексные национальные атласы второго поколения. За прошедшие десятилетия в науках о Земле, социально-экономических и демографических науках произошли большие сдвиги, поэтому возникла необходимость создания новых национальных атласов, построенных на обобщении результатов научных исследований на современном уровне.

В СССР начались разработки программ для второго поколения национальных атласов [2]. Богатство и разнообразие накопленных материалов предопределили необходимость и дали возможность создания 2-томных картографических трудов, первый том которых посвящен природно-экологическим проблемам, второй—социально-экономическим.

Отдел географии Института геологических наук АН АрмССР завершил составление программ первого тома Атласа, посвященного природным условиям, естественным ресурсам и охране среды. Начаты работы по картированию отдельных слагаемых природной среды и геосистем. Ведутся работы также по составлению карт по охране и оптимизации среды.

Уже в период деятельности комиссии по национальным атласам проводились значительные работы по унификации, стандартизации содержания и идентификации картографических приемов для обеспечения сравнимости картографической информации. Объем первых национальных атласов составлял в среднем 150—170 карт, новое поколение атласов должно содержать в несколько раз больше карт. Из-за разноплановости и значительного увеличения объема в новых атласах требуется введение новых разделов как по природным условиям и ресурсам, так и в разделе социально-экономическом. Проблемы экологизации экономики требуют, во-первых, расширения содержания покомпонентных разделов природных условий, значительного увеличения числа комплексных карт. Требуется также увеличение количества оценочных и прогнозных карт. Интересно отметить, что в первых атласах ландшафтная тематика или отсутствовала, или была представлена единичными картами. В новых атласах этот раздел должен быть достаточно полно представлен. Необходимо включить также карты динамики и качества среды. Этому может способствовать широкое применение дистанционных, особенно аэрокосмических методов исследования [3]. При этом их применение открывает большие возможности представления процессов и явлений в их сезонной динамике.

Современный уровень развития науки, наличие банка данных и т. п. позволяют резко увеличить информативность национальных атласов в общем и отдельных карт в частности.

По программе нового Атласа республики в 5—8 раз увеличивается объем климатических, гидрологических и геолого-геоморфологических карт. Введены новые разделы по ресурсно-оценочной характеристике, медико-географической, инженерной и экологической оценке природы и хозяйства республики.

Больше уделяется внимания картам, отражающим комплекс взаимодействия различных природных факторов. Так, например, в гидроклиматических картах учитываются орографо-геоморфологические особенности территории. При оценке почвенного покрова в атлас вводятся карты структур почвенного и растительного покрова, геохимическая оценка среды и т. д., т. к. эти характеристики более полно и детально отражают существующую природную ситуацию.

Сравнительно широко представлены карты, характеризующие изменения природных комплексов под воздействием антропогенных факторов.

Картирование горных геосистем сопряжено с исключительными сложностями в силу разнообразия, пестроты, многоаспектной сопряженности как различных слагаемых среды, так и комплексов. Вполне понятно, что только комплексное изучение и картографирование всех аспектов среды даст возможность оценить состояние геосистем в настоящее время и прогнозировать ее дальнейшее развитие в условиях резкого усиления техногенного прессинга.

Очевидно, что ведущим дифференцирующим фактором в горных условиях является рельеф, отличающийся от равнинного гипертрофированными формами и размерами от микро- до мегаформ. Поэтому в разделе рельефа даются новые типы карт по его качественной оценке, например, карты энергии рельефа и т. п.

Геологические и геоморфологические параметры очень важны также для характеристики высотных гидроклиматических изменений, обуславливающих высотную поясность всех компонентов и геосистем в горах. Эти особенности оценены в новом атласе в новых типах карт. В горных системах особое значение приобретают изменения по высоте геофизических сил, поэтому намечается также включение раздела геофизических карт.

В разработанной программе значительно расширены биогеографические характеристики среды, такие как растительность и животный мир, введены новые карты прикладного назначения.

Горные экосистемы располагают большими рекреационными ресурсами. В настоящее время, в связи с улучшением социально-экономических условий и свободными отношениями населения, возникает необходимость резкого расширения ресурсов. В этом отношении наиболее благоприятными условиями отличаются горные регионы.

В связи с повышением требований по сезонной оценке изменения и развития горных экосистем, в атлас планируется ввести большой раздел фенологических карт.

Предполагается создание обширного раздела карт оценки среды и ее загрязненности.

Сравнительная оценка структуры первого Атласа Армянской ССР 1961 г. и готовящегося нового атласа, который завершится в 1990 году, приводится в таблице 1.

Вполне понятно, что требования к современным национальным атласам зависят от их назначения. В новом Атласе республики должны быть обеспечены всесторон-

Таблица 1

Структура Атласа Армянской ССР (1961) и нового Атласа Армянской ССР
(том 1—Природные условия)

№№ п/п	Разделы, группы карт	Количество карт	
		атлас АрмССР 1961	новый атлас АрмССР
1	Вводный раздел	—	—
2	Рельеф, физические карты	3	4
3	Геологическое строение	8	15
4	Геоморфология	1	19
5	Геофизические условия	—	5
6	Полезные ископаемые	1	5
7	Климатические условия	20	60
8	Фенология	3	6
9	Гидрологические условия	7	23
10	Гидрогеология	—	4
11	Почвы	2	17
12	Эрозия и мелиорация почв	—	3
13	Растительность	1	10
14	Животный мир	3	10
15	Ландшафты и природное районирование	1	5
16	Медико-географические карты	—	4
17	Загрязненность поверхностного стока	—	9
18	Охрана водных ресурсов	—	2
19	Охрана природы	—	—6

ность и полнота содержания, высокие научные достоинства карт, их практическая направленность, доступность атласа для каждого культурного человека. Потребуется единство, сравнимость, взаимодополняемость карт, включенных в атлас. Естественно, что всесторонность и полнота его потребуют включения в каждый из основных разделов определенного минимума тем, например, раздел природы должен содержать карты всех компонентов и комплексов географической среды, по мере возможности, так, чтобы при решении практических задач были налицо все аспекты. При разработке программ учтены идейная направленность, возможности использования современных источников информации и т. д.

Наряду с необходимыми текстовыми объяснениями в новом атласе будут представлены цветные фотографии.

В новом атласе значительно изменяются масштабы и формат. Основным масштабом будет 1:1000000. В районных картах будут использованы более крупные масштабы.

В настоящее время отделом географии разрабатывается программа второго, социально-экономического тома национального Атласа Армянской ССР.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 22.XII. 1987.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас Армянской ССР, Ереван-Москва, 1961.
2. Багдасарян А. Б., Багдасарян А. А., Трифонова Т. А. Новое поколение комплексных национальных атласов.—В кн.: Картография в эпоху НТР; теория, методы, практика (Тез. докл. Всес. совещ.). М.: ИГ АН СССР, 1987, с. 189—190.
3. Багдасарян А. Б., Трифонова Т. А. Использование дистанционных методов при географических и картографических исследованиях горных стран.—В кн.: Картография в эпоху НТР: теория, методы, практика (тез докл. Всес. Совещания). М.: ИГ АН СССР, 1987, с. 145—146.
4. Национальные атласы (под ред. К. А. Салищева). М.: Изд. МГУ, 1960.
5. Aslanikashvili A., Bagdasaryan A. B., Rustamov S. G. Geographical Atlases of the Transcaucasian Republics. „Abstracts of Papers of 20 th Intern. Geographical Congress, London, 1964, p. 37.
6. Bensidoun S. Cinq atlas de Républiques de l'U.R.S.S. Annales de G'eographie, LXXV 'anec, № 410.
7. Dowset. A new Atlas of Armentia. Journal of Brittan royal geographical Society. Spet., 1962.

УДК: 550.344.034 (479.21)

А. М. АВETИСЯН, К. А. ЗАКАРЯН

ОТВЕТ НА КРИТИЧЕСКИЕ ЗАМЕЧАНИЯ СААКЯНА А. А. К СТАТЬЕ «КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕЛЕСЕЙСМИЧЕСКИХ Р-ВОЛН ПО ЗАПИСЯМ СЕЙСМИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ АРМЯНСКОЙ ССР»

В рецензируемой статье [1] сделана попытка сопоставления невязок времен пробега телесейсмических продольных волн в области Армянского нагорья, полученных разными методами, и оценка точности—Р-волн, но отнюдь не «механическое соединение», как об этом пишет Саакян А. А.

Поражает вольность Саакяна А. А., с которой он старается обвинить авторов [1] в «поверхности и тривиальности суждений», в то время когда его научные представления требуют серьезных корректив.

Саакян А. А. в [2] отмечает, что «кривые распределения невязок практически не отличаются друг от друга, в то время как параметры кривых распределения невязок должны варьировать в широких пределах».

Объясняем, что схожесть кривых распределения невязок обусловлена тем фактом, что сейсмическая база размером в 2° с телесейсмических расстояний рассматривается как некая точка, следовательно, параметры сейсмических волн будут мало отличаться друг от друга.

В [2] подчеркивается, что «по приведенным в таблице положительным значениям станционных поправок авторы сразу, без учета различий в мощности земной коры, делают вывод о низкоскоростном характере Р-волн. Скорее всего существование положительных поправок объясняется различием в толщине земной коры в модели по Джеффрису и под с/станциями; это различие составляет 7—20 км. Отсюда и следует, что станционные поправки за счет различий в мощности земной коры к годографу Д—Б должны быть положительны, и без их учета никаких выводов о скоростных аномалиях верхней мантии сделать нельзя».

На итоговом рис. 2 представлены изолинии скоростных отклонений Р-волн, выраженных в процентах и проведенных для глубины 150 км.

Объясняем, что согласно методике вычисления невязок Р-волн, использованных для картирования скоростных аномалий в верхней мантии, указывается (стр. 14 [1]), что сглаженные значения непрерывной функции $\delta t(x, y)$ приписываются *середине* слоя на глубине h , так что 150 км с учетом мощности коры ~ 50 км под данными станциями и есть середина слоя, а не мощность слоя, как это понимает Саакян А. А. [2]. Невязки Р-волн, исправленные за эффект мощности и скоростного разреза коры, сведенные к подошве коры, накапливаются в слое 50—250 км [3]. Таким образом, невязки Р-волн, приведенные в таблице [1], после введения поправок за кору, оказались именно теми, которые использовались в дальнейшем для картирования аномалий. Исходя из этих соображений, есть полный смысл сопоставлять невязки Р-волн до и после картирования, поскольку они характеризуют одну и ту же среду. Логичность данного сопоставления достаточно хорошо обосновывается физически—низкоскоростной характер верхней мантии отображается в числовом поле невязок (до картирования) положительными значениями.

Непонятны возмущения Саакяна А. А. и по поводу количества станций. В приведенной схеме [1] не учтены данные станций «Мецамор», «Гарни», «Бавра» по усмотрению одного из авторов, но ведь основное распределение станций сохранено.

Саакян А. А. в [2] отмечает, что «могли бы авторы оперировать значениями отклонений скоростей, лежащих, в основном в пределах $\pm 1\%$. Дело в том, что поправки были рассчитаны по отношению к годографу Д—Б, причем бюллетенные значения координат гипоцентров тоже определялись по этому годографу, а скоростные аномалии рассмотрены по отношению к модели Херрина».

Объясняем, что невязки действительно рассчитывались с помощью модели Херрина и др. по формуле:

$$\Delta t_n = t_n - t_0 - dt/d\Delta(\Delta_n - \Delta_0), \quad (1)$$

где Δt_n —невязка Р-волны, t_n и t_0 —времена вступления Р-волны на n -ую и опорную станции, $dt/d\Delta$ —производная годографа (в данном случае годографа Херрина и др.) при среднем эпицентральной расстоянии между n -ой и опорной станциями, Δ_n и Δ_0 —соответственно эпицентральные расстояния до n -ой и опорной станций [3].

При определении невязок Δt_n ошибка определения параметров очага одновременно содержится во временах пробега в t_n и t_0 , и при вычислении разности этих величин она устраняется.

Отметим также, что представления Саакяна А. А. о производном годографа и годографе явно не корректны.

Объясняем, что в работе [1] используется не годограф, а производная годографа $dt/d\Delta$ (см. формулу 1).

Производная годографа $dt/d\Delta$ для телесейсмических расстояний 30 — 90° , обращенная по методу Герглота-Вихерта в скоростной разрез Земли, соответствует глубинам

700—800—2900 км, а известные модели Земли—модели Херрина и др., Д—Б, Дзевонского Андерсена и др. значительно отличаются друг от друга до глубин 350—400 км, далее основные параметры моделей выравниваются, так что применение любой модели Земли приемлемо в данном случае.

Особое удивление вызывает замечание по поводу формулы, выражающей расстояние между двумя точками на поверхности Земли

$$l=2R \operatorname{arc} \sin z, \quad (2)$$

где l —расстояние в км, α —угол.

Как указывает автор [2], здесь R —лишний. Но неужели непонятно, что с утратой R возникает несоответствие размерности правой и левой частей?

Саакян А. А. отмечает, что «эта ошибка повторяется и в другой работе одного из авторов [4], свидетельствующая о том, что это не только опечатка, но и формулой никогда не пользовались». Но ведь именно в этой работе приведено практическое применение формулы и результаты расчетов. Странным является замечание, где Саакян А. А. определяет гипоцентр четырьмя параметрами (φ , λ , h , T_0). Из определения [5, стр. 114] следует, что гипоцентр—некая точка в недрах Земли, и очевидно, в трехмерном пространстве она определяется 3-я параметрами (φ , λ , h) или каким-либо другим эквивалентным набором, так что Саакян А. А. явно путает параметры очага (φ , λ , h , T_0) с понятием «гипоцентр» (φ , λ , h).

ЛИТЕРАТУРА

1. Баграмян А. Х., Аветисян А. М., Мкртчян М. Б., Закарян К. А. Кинематические особенности телсейсмических Р-волн по записям с/станций АрмССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1986, т. 39, № 5, с. 11—17.
2. Саакян А. А. О статье «Кинематические особенности телсейсмических Р-волн по записям с/станций Армянской ССР».—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987, т. 40, № 3, с. 70—72.
3. Баграмян А. Х., Закарян К. А. Горизонтальные скоростные неоднородности верхней мантии Кавказа.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1982, № 6, с. 65—73.
4. Аветисян А. М., Добровольский И. П., Огангян Н. В. Применение конкретных методов определения координат землетрясений на моделях.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1984, № 4, с. 66—69.
5. Магницкий В. А. Внутреннее строение и физика Земли.—Недра, 1965.

УДК: 552.323:550.93 (479.25)

А. Р. ДАВТЯН

К ВОПРОСУ О ВОЗРАСТЕ ИГНИМБРИТОВ ДОЛИНЫ
р. ПАМБАК АРМЯНСКОЙ ССР

В № 2 журнала «Известия АН АрмССР, Науки о Земле» за 1987 г. опубликована статья К. И. Карапетяна и Г. М. Солодовникова «Новые данные о возрасте и стратиграфии игнимбритов в Армянской ССР». Статья затрагивает вопрос возраста игнимбритов и долины р. Памбак.

Г. М. Солодовников, исследовавший игнимбриты Армянской ССР, установил, что верхние игнимбриты разреза долины р. Памбак имеют прямую намагниченность, а нижние—обратную. На основании последнего факта нижние игнимбриты авторами статьи отнесены к верхам плиоцена—низам плейстоцена.

Как известно, игнимбриты долины р. Памбак, развитые на отрезке с. Налбанд—гор. Кировакан, представлены двумя горизонтами—потоками, прослаивающими аллювиально-пролювиальные отложения. Вопрос возраста рассматриваемой толщи освещен в работах Н. И. Каракаша, К. Н. Паффенгольца, Л. И. Авакяна, Е. Е. Милановского, А. Т. Асланяна. Детальные стратиграфические и геоморфологические исследования по этой толще проведены К. А. Мкртчяном и А. Р. Давтяном. Все исследователи, изучавшие указанный разрез, высказались однозначно: игнимбриты и прослаивающие их аллювиально-пролювиальные отложения представляют единый комплекс. Возраст толщи установлен как вюрм (верхнечетвертичный) на основании фауны млекопитающих, найденной в межигнимбритовых отложениях.

В 1898 г. при прокладке железнодорожной линии у с. Налбанд рабочими были найдены костные остатки, которые были переданы Н. И. Каракашу. Им были сделаны первые определения млекопитающей фауны *Elephas primigenius* и *Egus caballus*. К. И. Карапетян, интерпретируя сообщение Н. И. Каракаша, приходит к выводу: «В любом варианте нахождения (костных материалов—А. Д.) они не могут быть ни межтуфовыми, ни подтуфовыми и, конечно же, не могут датировать ни межигнимбритовые отложения, ни сами игнимбриты». Выемка, где были найдены костные остатки, образовалась в отложениях террасы, возвышающейся над уровнем реки на 25 м и погружающейся под голоценовые отложения Налбандской долины. Отложения, составляющие террасу, являются частью рассматриваемого разреза и представляют межигнимбритовые пески, галечники и пр. Полотно железной дороги именно прошло через указанные отложения, так что найденные рабочими костные остатки без всякого сомнения относятся к последним.

Далее К. И. Карапетян пишет: «Если к этому добавить, что представленный Н. И. Каракашем материал, по мнению Л. А. Авакяна, совершенно недостаточен для видовых определений, то становится очевидным, что налбандские находки интереса, во всяком случае стратиграфического, не представляют». Складывается впечатление, что Л. А. Авакян после осмотра представленного Н. И. Каракашем костного материала пришел к заключению о его непригодности для определения вида. Между тем, естественно, что Л. И. Авакян не мог видеть указанный материал. Он в своей работе, посвященной четвертичным млекопитающим Армении, на которую ссылается К. И. Карапетян, высказывает недоумение по поводу отнесения Н. И. Каракашем, костных остатков к *Elephas* и *Egus*. Вот что пишет Л. И. Авакян: «...однако непонятно, на основании каких данных Каракаш так определенно относит находки этих остатков к *Elephas* и *Egus* и далее: «Все эти интересные находки обесцениваются тем, что о них нет полных сведений».

Мы думаем, что нет основания недооценивать факты, сообщаемые Н. И. Каракашем; он очень добросовестно отнесся к налбандским находкам; опубликовав о них материал в дневнике съезда русских естествоиспытателей со своими определениями костных остатков.

Более поздние находки млекопитающей фауны в долине р. Памбак сделаны К. А. Мкртчяном (1953). Им в межигнимбритовых слоях из левобережной террасы р. Памбак, напротив с. Сарал были найдены обломки костей *Coelodonta antiquitatis* Blum. (определения Л. И. Алексеевой). В отношении указанных находок следует сказать, что костные остатки в разрезах рассматриваемой толщи строго привязаны и определены соответствующим специалистом. Но, однако, К. И. Карапетян, и здесь недооценивает реальные факты. Он пишет: «Что касается находок *Coelodonta*, то даже если их видовое определение достоверно, они не могут служить основанием для вывода об одновозрастности обоих потоков игнимбритов и вмещающих их отложений и отнесения всего этого комплекса к вюрму или верхнечетвертичному времени». Позволительно спросить—почему? Сам К. И. Карапетян на этот вопрос не отвечает, а ссылается на Э. А. Вагенгейма, специалиста по четвертичным млекопитающим. В книге «Стратиграфия СССР, четвертичная система» (1982), Э. А. Вагенгейм, касаясь вопроса палеогеографических особенностей распространения млекопитающих, пишет: «На территории СССР достоверно датированных местонахождений

этого времени (средний-верхний плейстоцен—А. Д.) крайне мало, особенно в средних широтах... здесь (Кавказ) фауна известна по пещерным местонахождениям, связанным со стоянками мустьерского человека». Как видим, в обзоре Э. А. Вагенгейма нет упоминания о памбакских находках и приходится только сожалеть, что в таком общесоюзном обзоре и таким специалистом не отражен Памбакский комплекс ископаемых млекопитающих, относящихся именно к рассматриваемому Э. А. Вагенгеймом времени (см. К. А. Мкртчян, «О Памбакском комплексе ископаемых млекопитающих».—Изв. АН АрмССР, серия геол. и географ. наук, 1958, № 4). К. И. Карапетян, верный своему принципу, перечеркивает и вышеприведенный комплекс. Что касается пещерных местонахождений, то надо отметить, что ни налбандские, ни саралские находки к пещерным никакого отношения не имеют.

Наконец, третьи находки млекопитающей фауны в долине р. Памбак сделаны нами (1958). Недалеко от выемки железнодорожной линии, о которой шла речь выше, нами в Налбандской котловине найдены костные остатки. Отложения, где они найдены, являются продолжением песков, глин, галечников налбандской террасы и погружены под голоценовые образования котловины. По заключению Э. А. Вагенгейма, кости относятся к верхнекоренному зубу, берцовой и грифельной кости и грудному позвонку *Eguus caballus*.

В отношении возраста костных остатков Э. А. Вагенгейм пишет: «Собранный материал не дает точно определить возраст... отложений, вмещающих костные остатки. Но учитывая..., что кости лошади принадлежат типичному виду *Eguus caballus*, можно предположительно сказать, что это скорее всего вторая половина плейстоцена». В результате указанных находок мы высказались в пользу Памбакского комплекса млекопитающей фауны среднего-верхнего плейстоцена (см. А. Р. Давтян, «Новые находки ископаемых млекопитающих в Памбакской долине».—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1970, т. XXIII, № 2). Наши данные о возрасте игнимбритов и костных находках К. И. Карапетяну не известны.

К. И. Карапетян, как бы опасаясь что их «новые данные» («противоположная» намагниченность) не будут приняты односторонне, счел нужным оговориться: «Разновозрастность игнимбритов, уже вытекающая из их «противоположной» намагниченности, не должна смущать—ведь по существу озерно-аллювиальная толща остается неизученной и нет уверенности в том, что образование ее происходило непрерывно». Сначала об озерно-аллювиальных отложениях. Касаясь обзора рассматриваемого вопроса, он в начале статьи отмечает, что его данные подтверждают точку зрения Е. Е. Милановского о принадлежности этих осадков к аллювиально-озерной толще. Каких либо данных автора по указанным отложениям и вообще по этому вопросу нам не известно. Если бы такие данные имелись у автора, то его высказывание не звучало бы голословно. Наши данные говорят об обратном: указанные отложения ничего общего с озерными не имеют, они аллювиально-пролювиальные. И предположение К. И. Карапетяна о том, что колебания мощностей осадков между игнимбридами могут отражать прерывистость процесса сложения остается только его предположением.

И еще об одном факте. Если принять предложенный авторами рассматриваемой статьи возраст нижних игнимбридов (верхний плиоцен-нижний плейстоцен), то это будет серьезным противоречием в геоморфологическом развитии долины р. Памбак. Верхнеплиоценовые террасы здесь имеют другие уровни и расположения.

Резюмируя, подчеркнем, что К. И. Карапетян абстрагируя реальные факты, в основу стратиграфического анализа ставит палеомагнетизм горных пород. При наличии реальных фаунистических данных такой подход, думаем, не допустим.

Управление
геологии АрмССР

Поступила 25.IX.1987.

Г. К. ГАБРИЕЛЯН

ЦЕННАЯ КНИГА О ХАЧАТУРЕ АБОВЯНЕ

О выдающемся армянском просветителе-демократе, создателе нового армянского литературного языка Х. Абовяне имеется солидная литература. Однако, как географ, преподаватель географии и участник многих экспедиций он мало известен. Книга Ж. И. Ганина «Хачатур Абовян», опубликованная издательством «Наука» в 1986 г. под редакцией доктора географических наук Э. М. Мурзаева, восполняет этот пробел. Многолетние исследования автора дали возможность охарактеризовать Х. Абовяна как ученого, внесшего значительный вклад в развитие национальной географической науки непосредственно после исторического акта присоединения Восточной Армении к России.

Автор книги установил, что в годы учебы в Эчмиадзинской церковной школе, а затем в Нерсисяновской школе в Тифлисе, географию Х. Абовян, в качестве учебного предмета, не проходил. Только путем самообразования он ознакомился с набором рукописей географического содержания в Эчмиадзинском Матенадаране, а вслед за этим, благодаря участию в исследованиях первой Араратской экспедиции, возглавляемой Ф. Парротом, еще до поездки в Дерпт (ныне г. Тарту, Эстонской ССР), не только накопил определенные географические познания, но и использовал их в своих рукописных трудах и первой публикации в газете «Тифлисские ведомости». Ж. И. Ганин показал соучастие Х. Абовяна в попытках восхождения на библейскую гору, в научных вылазках, предпринятых из церкви Св. Акопа, перечислил первые самостоятельные научные исследования будущего просветителя. Составленная схема наглядно иллюстрирует попытки восхождения. Особую ценность представляют сведения относительно гравиметрических наблюдений по определению ускорения силы тяжести.

Большое количество дополнительных фактов накопил автор о годах обучения Х. Абовяна в Дерпте. Он убеждает, что глубокие географические знания у Х. Абовяна сформировались именно там, посредством систематических индивидуальных занятий с магистром Т. Грасом, профессорами Ф. Парротом и Э. Фридендером. Оказывается, он получил значительный объем географической информации. Ему преподавали природоведение, землеописание, статистику, астрономию. Ж. И. Ганину удалось обнаружить конспекты занятий Х. Абовяна по географии, сегменты арменописного глобуса, по которым он восстановил модель земного шара, изготовленную просветителем. Большой находкой нужно считать также обнаружение трех карт и других чертежей, сделанных Х. Абовяном, которые свидетельствуют о сумме теоретических и практических знаний, обретенных им. Стали известны учебники географии, по которым он занимался, а потом и преподавал предмет более 10 лет, прочитанная литература, маршруты его четырех путешествий по Прибалтике.

Многие места в книге отводятся освещению многогранной географической деятельности Х. Абовяна. Автор показал роль просветителя в научных исследованиях Восточной Армении и эволюции национальной географической науки. Мы удостоверяемся, что Х. Абовян действительно был знаменитым географом своего времени, приобретшим популярность в Закавказье и России, в Германии и Великобритании. Он участвует в экспедициях, поездках и встречах с известными учеными и разными специалистами: Ф. Парротом, П. Гааном, М. Вагнером, А. Гакстгаузенем, Ливеном, Ф. Боденштедом, К. Кехом, Г. Абигом, Г. Симуром, А. Муравьевым, Ф. Блаватским. Привлекает внимание карта маршрутов путешествий Х. Абовяна с ними. Как учитель географии он еще и организатор первых в Армении метеорологических наблюдений с приборами, учебных экскурсий, краеведческого кабинета, создатель своеобразного ботанического сада на пришкольном участке. Помимо этого отмечаются его связи с научными обществами страны. Устанавливается, что он был действительным членом Московского общества естествоиспытателей, членом-корреспондентом Садоводческого общества и, как предполагается, Русского географического общества, подготовил благодатную почву для организации его Кавказского отделения.

Известно, как много трудов посвятил Х. Абовян актуальным проблемам науки за столь короткую жизнь. Из произведений, относящихся к географии, в книге подробно анализированы: общегеографический труд «Открытие Америки», посвященный великим географическим открытиям, физико-географическая работа «Моим нежным и любимым ученикам», в которой дается описание природы отдельных районов Восточной Армении и региональное экономико-географическое исследование «О путях улучшения экономического и культурного состояния Армении и армянского народа». Схема структуры хозяйства Армении по проекту Х. Абовяна удачно отражает экономико-географические познания просветителя. Не остались без должного внимания и географические разделы знаменитого «Нахашавиха». В заключение приводятся примеры из произведений, объясняющие происхождение названий ряда армянских топонимов. Интерес вызывают и приложения, особенно сведения об основных датах жизни и деятельности.

Становится очевидным, что книга Ж. И. Ганина является ценным вкладом в абовяноведение. В лице Х. Абовяна представлен доселе мало известный крупный армянский ученый географ.