

ՀՄՍՌ ԳԱ Երկրաբանական և աշխարհագրական
գիտությունների սերիա

ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ
НАУКИ О ЗЕМЛЕ
EARTH SCIENCES



ԽՄԲԱԴՐԱԿԱՆ ԿՈԼԵԳԻԱ՝

Ա. Հ. Գաբրիելյան (սլատ. խմբագիր), Ա. Տ. Ասլանյան,
Յ. Գ. Հակոբյան, Ս. Մ. Այվազյան, Ա. Բ. Բաղդասարյան,
Գ. Պ. Բաղդասարյան, Հ. Մ. Վանցյան, Ն. Ի. Գոլոյսա-
նովա, Ա. Ն. Քոչարյան (սլատ. խմբագրի տեղակալ),
Ս. Ս. Մկրտչյան, Թ. Շ. Բաղևոսյան, Ն. Գ. Մելիք-Մու-
րադյան (սլատ. քարտուղար)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЕГИЯ:

А. А. Габриелян (ответ. редактор), А. Т. Асланян,
Ц. Г. Акопян, С. М. Айвазян, А. Б. Багдасарян,
Г. П. Багдасарян, Г. М. Ванцян, Н. И. Долуханов,
А. Е. Кочарян (зам. отв. редактора), С. С. Мкртчян,
Т. Ш. Татевосян, Н. Г. Мелик-Мурадян (отв. секре-
тарь).

ЛЕВОН АРСЕНОВИЧ ВАРДАНЯНЦ

(К 70-летию со дня рождения)

28 сентября 1963 г. исполнилось 70 лет со дня рождения выдающегося советского геолога, неутомимого исследователя Кавказа, член-корреспондента АН Армянской ССР, профессора Левона Арсеновича Варданянца.

Л. А. Варданянц родился в 1893 г. в г. Краснодаре (Екатеринодаре) Кубанской области. По окончании Екатеринодарской мужской гимназии в 1911 г. он поступил на горный факультет Донского политехнического института, который окончил в 1918 г. со званием горного инженера. До 1936 г. Л. А. Варданянц работал в различных геологических учреждениях Северного Кавказа, в западной Сибири (старший геолог за падносибирского геолого-разведочного Управления в Томске), в Ленинграде (институт цветных металлов, сейсмологический институт АН СССР), а с 1936 г. и поныне работает во Всесоюзном научно-исследовательском институте (ВСЕГЕИ) в Ленинграде в качестве старшего научного сотрудника. В период Великой Отечественной войны он работал консультантом Северо-Кавказского геологического Управления в Ессентуках (1941—1942 гг.), а в 1942—1945 гг. был главным геологом и консультантом Узбекского геологического Управления Комитета по делам геологии при СНК СССР. Л. А. Варданянц проводил геологические исследования и изучение месторождений полезных ископаемых также в Забайкалье, Грузии, Армении и Турции.



Л. А. Варданянц является автором свыше 200 опубликованных и многочисленных рукописных работ по самым различным отраслям геологии Кавказа, Средней Азии и Европейской части СССР. Большая серия его работ посвящена общим теоретическим вопросам кристаллооптики и минералогии.

В 1939 г. Л. А. Варданянц защитил докторскую диссертацию, а в 1940 г. был утвержден в звании профессора. В 1945 г. Левон Арсенович был избран член-корреспондентом АН Армянской ССР.

Научный профиль Л. А. Варданянца исключительно разносторонен, а стиль его работы отличается пунктуальностью, аккуратностью в использовании фактов и осторожностью в выводах. В его научных трудах нашли свое решение многие сложные вопросы тектоники, четвертичной геологии и геоморфологии, магматической геологии, металлогении и кристаллооптики.

Наделенный большими способностями и умением находить правильное решение в сложных геологических вопросах, а также обладая огромными знаниями в области геологии и смежных с ней дисциплин, он сделал ряд крупных обобщений по геологии Кавказа, теоретическим вопросам кристаллооптики и тектонике фундамента Русской платформы.

В период 1930—1955 гг. Л. А. Варданянц выполнил ряд ценных работ по тектонике Кавказа. Особенно следует отметить его работу «Сейсмотектоника Кавказа», опубликованную в 1935 г. Кавказ им был расчленен на четыре тектонических комплекса—Северо-Кавказскую платформу, Большой Кавказ, Рионо-Куринский комплекс и Малый Кавказ, различающихся структурными особенностями и историей колебательных движений. Эта работа Л. А. Варданянца является первой сводкой по сейсмотектонике Кавказа, на которой базировались все дальнейшие исследования в этой области. В ней Л. А. Варданянц, обобщая огромный фактический материал, сделал ряд важных выводов, касающихся веерообразности и чешуйчатости строения структурных зон, концентрического и ярусного расположения структур разного возраста, роли жестких массивов и меридиональной складчатости, антикавказской складчатости, инверсии в истории развития Кавказа, роли Русской и Аравийской платформ в формировании структуры Кавказа и др.

Большое место в регионально-геологических исследованиях Л. А. Варданянца занимают вопросы геоморфологии и четвертичной геологии Кавказа. Еще в 1930 годах он одним из первых среди советских геологов высказал смелое по тому времени мнение о том, что четвертичный период не является спокойным, в смысле проявления тектонических движений, как это считало большинство исследователей, а настоящим орогенным периодом, не уступающим по интенсивности движений самым сильным орогенным этапам истории земной коры. Глубоко проанализировав накопленный к тому времени материал по четвертичной геологии и геоморфологии Кавказа, он пришел к выводу, что современный высокогорный рельеф последнего сформировался, в основном, в четвертичный период, на глазах первобытного человека.

Большинство исследователей скептически отнеслось к выводам Л. А. Варданянца, а некоторые из них подверглись резкой критике. Однако, последующие исследования как кавказских геологов, так и геологов центральных научно-исследовательских учреждений полностью подтвердили точку зрения Л. А. Варданянца. В настоящее время является общепризнанной концепция о том, что современный сильно расчлененный, высокогорный рельеф как Большого Кавказа, так и Антикавказа явля-

ется результатом новейших тектонических движений, происходивших в плиоцене и антропогене.

Исследования Л. А. Варданянца в области геоморфологии и четвертичной геологии подытожены в его монографии «Постплиоценовая история Кавказско-Черноморско-Каспийской области», изданной в 1948 г. В этой работе им глубоко проанализированы такие кардинальные вопросы четвертичной геологии Кавказа, как стратиграфическая основа четвертичной истории Кавказа, связь между поднятиями горных областей и опусканиями морских котловин, число оледенений и их связь с эпохами орогенических движений, граница плиоцена и постплиоцена, стратиграфия террас, общие масштабы четвертичных движений земной коры и эрозионных процессов и др.

Л. А. Варданянц является автором ряда региональных очерков в сводных работах по геологии СССР—Геология СССР, т. IX, Северный Кавказ (главы: общий обзор тектоники Северного Кавказа, структурное районирование, тектоника центральной части Северного Кавказа, тектоника Ставропольской возвышенности, молодые интрузии Восточного Кавказа, нижнеюрские интрузии и эффузии и общий обзор вулканических явлений) и История геологического развития территории СССР (юрский период, совместно с В. Ф. Пчелинцевым и Г. Л. Крымгольцем).

Велики заслуги Л. А. Варданянца в создании магматической геологии и металлогении Кавказа; им опубликован ряд работ по неointрузиям.

Чрезвычайно интересны и важны теоретические исследования Л. А. Варданянца в области кристаллооптики и минералогии.

В период 1947—1959 гг. он опубликовал серию работ (монографии и научные статьи), посвященную обстоятельному изучению оптических свойств минералов и в частности плагиоклазов, стереоконоскопического метода, триадной теории двойниковых образований минералов и теории Федоровского метода. Он разработал новую конструкцию пятиосного Федоровского столика. Исследования Л. А. Варданянца в этой области являются оригинальными и высоко ценятся в советской и зарубежной литературе.

Изучением сложных двойников плагиоклазов еще в начале нашего века занимались последователи Е. С. Федорова В. В. Никитин и М. А. Усов. Продолжателем изучения законов двойникования плагиоклазов явился Л. А. Варданянц. В ряде своих работ он изложил как теоретические основы образования сложных двойников минералов, так и практические способы исследования двойниковых триад. Работы Л. А. Варданянца в этой области явились новым этапом в развитии методики кристаллооптических исследований минералов и горных пород.

Глубоко проанализировав законы двойникования он приходит к заключению, что в изверженных горных породах имеются более или менее значительные участки с вполне закономерно расположенными составными частями и что изверженная горная порода в целом представляет сложный блок двойниковых образований. Эти исследования Л. А.

Варданянца, помимо важного теоретического значения, представляют также большой практический интерес.

Особенно следует отметить монографию Л. А. Варданянца «Теория Федоровского метода», являющуюся заключительным звеном серии его работ по теории и практике Федоровского метода, опубликованных в период 1945—1958 гг. Несмотря на то, что Федоровский метод существует около 70 лет, до последнего времени он не имел своей теории и исследователям приходилось довольствоваться чисто эмпирическими и устаревшими рекомендациями. Названная работа Л. А. Варданянца восполняет этот пробел. В монографии изложены теория Федоровского метода, разработанная строго математически, а также практическая методика определения оптической индикатрисы кристаллов. Разработанная им методика делает принципиально возможным создание агрегата, состоящего из Федоровского столика и счетно-решающей машины, благодаря чему становятся возможными измерения кристаллов с высокой точностью.

В последние годы Л. А. Варданянц занимается изучением строения докембрийского фундамента Русской платформы.

На основании изучения кернового материала сотен глубоких скважин, заложенных в СССР, в Польше, Чехословакии и др. странах, и использования геофизических данных, он составил первую для фундамента Русской платформы геологическую карту. Породы, слагающие допалеозойские основания платформ, им подразделены на четыре комплекса: нижнеархейский комплекс гнейсов и гранито-гнейсов, верхнеархейский комплекс парагнейсов и парасланцев, нижнепротерозойский комплекс осадочно-метаморфических пород и железистых кварцитов Курской магнитной аномалии и верхнепротерозойский комплекс слабо измененных осадочных пород. Он пришел к выводу, что внутренняя структура кристаллического фундамента очень сложная, многоэтажная и возникла как результат наложения одной на другую разновозрастных структур, развившихся каждая по своему особому плану.

Глубокий анализ огромного фактического материала привел Л. А. Варданянца к выводу, что режим платформенный и режим подвижных зон (геосинклинальный) являются крайними, диалектически противоположными друг другу формами существования сиалической оболочки земли. Эта работа Л. А. Варданянца была высоко оценена на XXI сессии Международного геологического конгресса в Копенгагене.

Будучи крупным ученым и отдавая основные свои силы разработке научных проблем, Л. А. Варданянц имеет значительные заслуги и в деле подготовки молодых кадров. С 1923 по 1927 гг. он преподавал на кафедре минералогии и петрографии Донского Политехнического института (гор. Новочеркасск), а во ВСЕГЕИ и Геологическом институте АН АрмССР руководил работами аспирантов и научных сотрудников. В республиках Закавказья, Средней Азии и РСФСР можно найти много учеников и последователей Л. А. Варданянца, продолжающих успешно разрабатывать его идеи.

Советское правительство высоко оценило заслуги Л. А. Варданянца в области геологических исследований, изучения месторождений полезных ископаемых и подготовки молодых кадров, наградив его орденами Ленина, Трудового Красного Знамени и медалью «За доблестный труд» в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг.

В день славного юбилея выдающегося Советского геолога геологическая общественность республики приветствует Левона Арсеновича Варданянца, желает ему здоровья и новых успехов в его плодотворной научной деятельности*.

* Список научных трудов Л. А. Варданянца приводится в Приложении.

А. Т. АСЛАНЯН

КВАНТОВОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ ЗЕМЛИ

В настоящей работе делается попытка использовать при изучении вопросов физики земных недр законы квантовой механики, специальной теории относительности, равновесного излучения и кинетики равновесных газов.

Согласно риттеровской теории пульсации переменных звезд [9] указанные законы становятся статистически правомерными, если Земля, сохраняя без изменения все свои фундаментальные характеристики (массу, скорость осевого вращения, скорость орбитального движения, сжатие и др.), совершает одновременно адиабатические радиальные пульсационные колебания с частотой

$$f = \frac{\sqrt{\frac{4}{3} \pi G \rho (3\gamma - 4)}}{2\pi} = \frac{\omega_p}{2\pi} = \frac{v_p}{2\pi R} \quad (1)$$

где G — гравитационная постоянная, γ — отношение Грюнайзена, ρ — средняя плотность, R — радиус Земли, а v_p — первая космическая скорость, при которой массы, слагающие толщу планеты, вступают в состояние невесомости.

Условие (1) предписывает Земле свойство гармонического осциллятора и абсолютно черного нагретого шара, излучение которого, ввиду приуроченности максимума излучаемой энергии к моментам предельного сжатия, носит неустойчивый характер.

Адиабатический характер пульсационных колебаний и неустойчивость излучения обуславливают конвентивное равновесие, при котором более холодные и тяжелые в удельном отношении атомы, молекулы и кристаллы погружаются к центру планеты, а более горячие и легкие из них всплывают [10, 11]. В этом случае между температурой T и плотностью ρ устанавливается зависимость $T\rho^{1-\gamma} = \text{const}$, между плотностью энергии излучения W и температурой зависимость $W/T^4 = a = \text{const}$, а между плотностью и атомным весом A зависимость $\rho A = 2Z$ (Z — атомный номер вещества, равный отношению числа всех электронов к числу всех атомов в данной области планеты) и, следовательно, $\rho/Z = \text{const}$.

Если обозначить средние значения плотности, атомного номера, атомного веса и температуры равновесного излучения Земли через ρ_m , Z_m , A_m и T_m , то из указанных зависимостей получим:

$$\frac{\rho}{\rho_m} = \frac{A}{A_m} = \frac{Z}{Z_m}, \quad (2)$$

$$\frac{T}{T_m} = \left(\frac{\rho}{\rho_m}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{Z}{Z_m}\right)^{\gamma-1}. \quad (3)$$

Зависимость (2), играющая в последующем изложении основную роль, показывает, что одинаковые объемы в химически неоднородной толще Земли, независимо от глубины их расположения, содержат одинаковое количество атомов. Это обстоятельство в свою очередь указывает на возможность применения для Земли закона постоянства частиц $dN/dR = 0$.

Согласно известной теореме Лихтейнштейна, если центр масс Земли находится на оси вращения, то система координат, связанная с центром масс, будет инерциальной. При частоте колебаний, определяемой условием (1), инерциальной является также система координат сопутствующего наблюдателя, неизменно связанного с поверхностью планеты, поскольку этот наблюдатель вместе со своей системой отсчета при спонтанном гравитационном сжатии планеты свободно (по инерции) падает к центру планеты. Это обстоятельство позволяет вычислить выход энергии, обусловленный гравитационным сжатием, методами специальной теории относительности.

Согласно этой теории [1] если энергию вращения несжимаемой планеты выразить зависимостью $E = \frac{1}{2} k M \omega^2 R^2$, то та же энергия

для сжимающейся планеты выразится зависимостью $E' = \frac{1}{2} k M \omega^2 \times \times (R \sqrt{1-\beta^2})^2$. Тогда избыточная кинетическая энергия $\Delta E = E - E'$, образующаяся при гравитационном сжатии планеты, в случае $\beta \ll 1$ будет равняться:

$$\Delta E = \frac{1}{4} k M \omega^2 R^2 \beta^2 - \frac{1}{4} k M v^2 \beta^2, \quad (4)$$

где k — отношение момента инерции планеты к произведению квадрата радиуса R и массы M , ω — текущая (современная) угловая скорость вращения планеты, $\beta = \omega R/c$, c — скорость света.

Согласно теореме вириала [1, 6, 11], энергия излучения ΔE связана с изменением гравитационной энергии ΔU зависимостью:

$$-\Delta E = -\frac{3\gamma-4}{3\gamma-3} \Delta U, \quad (5)$$

причем в нашей задаче ΔU представляет энергию магнитного поля планеты, которая в состоянии невесомости масс, слагающих планету, является единственным видом потенциальной энергии Гельмгольца —

$$\Delta U = \frac{\mu H_m^2}{8\pi} \cdot \frac{M}{\rho_m}, \quad (6)$$

где μ — магнитная проницаемость толщи планеты, а H_m — среднее значение напряженности ее магнитного поля.

Сравнивая выражения (4), (5) и (6), приходим к формуле:

$$H_m = \beta v \sqrt{\frac{3 - 3\gamma}{4 - 4\gamma} \cdot \frac{2\pi k \rho_m}{\mu}} \quad (7)$$

которая при $\gamma = 5/3$ (модель шара, состоящего из одноатомного газа) и $\mu = 1$ переходит в основную формулу магнитной гидродинамики:

$$H_m = \beta v \sqrt{4\pi k \rho_m} = \Delta v' \sqrt{4\pi \rho_m'} \quad (8)$$

где $\rho_m' = k \rho_m$ — приведенная плотность, а $\Delta v' = \beta v$ — скорость дифференциального вращения (дрейфа) планеты в отношении собственного осевого дипольного магнитного поля, обусловленная силами Кориолиса, которые возникают при гравитационном сжатии и отклоняют гравитирующие частицы к центру. Теоретическое значение $\beta v = 7,2 \times 10^{-2}$ см/сек, измеренное значение 7×10^{-2} см/сек [1, 13].

В предыдущих работах автора [1, 2] было показано, что

$$H_e = \beta v \sqrt{4\pi k \rho_m} \quad (9)$$

$$H_p = \beta v \sqrt{4\pi k \rho_c} \quad (10)$$

$$H_c = \beta v_p \sqrt{4\pi k \rho_c} \quad (11)$$

$$T_m = \sqrt[4]{\frac{k \rho_m \omega_p^2 R^2 \beta^2}{2a}} = \sqrt[4]{\frac{\mu H_e^2}{8\pi a}} \quad (12)$$

$$Z_m = \frac{\gamma \pi A_0 T_m}{\omega_p^2 R^2} = \frac{\gamma \pi^2 A_0 T_m}{v_p^2} \quad (13)$$

где H_e , H_p , H_c — напряженность макроскопического магнитного поля на экваторе, магнитных полюсах и в центре Земли, H_e — среднее значение напряженности внутреннего магнитного поля Земли, ρ_c — плотность в центре, $A_0 = k_0/m_p$ — газовая постоянная, k_0 — постоянная Больцмана, m_p — масса протона, a — универсальная постоянная, равная $7,57 \times 10^{-15}$ град⁻⁴. эрг/см³.

При $\gamma = 5/3$ и $\mu = 1$ указанные формулы дают $\rho_m = 5,52$ г/см³ (при $H_e = 0,351$ гс), $\rho_c = 17,90$ г/см³ (при $H_p = 0,635$ гс), $T_m = 3690^\circ\text{К}$, $Z_m = 8$. Пользуясь этими данными из формулы (2) получаем атомный номер вещества в центре Земли $Z = Z_c = 26$.

В согласии с данными сейсмологии примем, что земной шар состоит из $l = 1, 2, 3 \dots$ нумерованных концентрических слоев или концентрических сфер и предположим, что каждый из этих слоев имеет собственную постоянную плотность, скачкообразно возрастающую от слоя к слою в направлении возрастания номера l от поверхности к центру планеты.

Под углом зрения квантово-статистической механики земной шар рассматривается в первом приближении как сплюснутый симметричный волчок, для которого методом вгоричного квантования устанавливаются соотношения [5, 8]:

$$O_r \varphi = E_r \varphi, \quad (14)$$

$$E_r = BJ(J+1) + (A-B)K^2, \quad (15)$$

$$Z_l = 2(2J+1) \text{ при } K > 0, \quad (16)$$

$$Z_l = 2J+1 \text{ при } K = 0, \quad (17)$$

$$l_{\max} = \operatorname{ctg}^2 \alpha, \quad n_{\max} = \sec^2 \alpha, \quad (18)$$

где O_r — собственные значения оператора вращательной энергии E_r , могущие принимать дискретные значения E_r ; φ — волновая функция, соответствующая дискретным значениям E_r ; A и B — вращательные постоянные, имеющие размерность энергии; J, K — вращательные квантовые числа, первое из которых соответствует вектору полного момента количества движения, а второе — компоненте этого вектора в направлении собственной оси ($J = K, K+1, K+2, \dots$); α — угол между векторами J и K , равный половине угла раствора прецессионного конуса Земли ($23^\circ 27'$), а Z_l — электронная статистическая сумма на соответствующем квантованном уровне l или внутри квантованной сферы радиуса r_l .

В уравнении (16) квантовое число J в общем случае может иметь смысл как орбитального квантового числа, так и внутреннего (спин-орбитального) квантового числа.

Выше мы получили $Z_{\max} = Z_c = 26$. Записывая формулу (16) в виде

$$Z_l = 2(2l+1) \quad (19)$$

и полагая $Z_c = 26$, мы получим $l = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$ орбитальных уровней. Для главного квантового числа $n = l+1$ она принимает вид

$$Z_n = 2(2n-1), \quad n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \quad (20)$$

а для внутреннего квантового числа $j = l + \frac{1}{2}$

$$Z_l = 2(2j+1), \quad j = \frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2}, \frac{7}{2}, \frac{9}{2}, \frac{11}{2}, \frac{13}{2}. \quad (21)$$

Суть метода вторичного квантования в нашей задаче можно иллюстрировать, сравнивая модель радиально-пульсирующей Земли с возбужденным атомом калифорния. В атоме калифорния на семи вырожденных энергетических уровнях согласно формуле (16) последовательно располагаются 2, 6, 10, 14, 18, 22, 26 электронов. В толще Земли, согласно той же формуле, на аналогичных энергетических уровнях место электронов как квантов поля *первого порядка* занимают атомные ядра, рассматриваемые как кванты поля *второго порядка*, причем и в этом случае на каждом энергетическом уровне каждое из ядер коллективизирует вокруг себя то же количество электронов — соответственно 2, 6, 10, 14, 18, 22 и 26, а сами атомы, оставаясь в одном и том же окружении и вращаясь вместе с Землей,

прецессируют вокруг неподвижной кинетической оси, параллельной оси вращения Солнца.

При этом, если в первом случае кванты (электроны) взаимодействуют в поле ядра атома, то во втором случае кванты (атомные ядра) взаимодействуют в поле Земли, которая является теперь квантом поля более высокого порядка. Равным образом, рассматривая пульсирующую Землю, как гармонический осциллятор, совершающий согласно (1) акустические колебания, теория вторичного квантования утверждает, что каждое значение n определяет число фононов для каждого возбужденного состояния Земли, а волновая функция ψ в (14) зависит исключительно от n , зависящего в свою очередь от статистического веса атомов, расположенных на данном энергетическом уровне. Кроме того, если все вещество Земли представить в плазменном состоянии, то согласно теории парциальных волн в случае конвективного равновесия в указанных выше соотношениях величина $\frac{1}{2} Z$ будет равняться полному эффективному сечению поглощения электронов атомными ядрами [5].

Согласно формуле (2), при $\rho \geq \rho_m$ каждому значению Z соответствует вещество определенного химического состава, для которого Z равняется отношению числа всех электронов к числу всех атомов, принимающих участие в одноатомном ансамбле, молекуле или кристалле этого вещества. Ниже, при определении химико-минералогической природы вещества Земли, мы будем исходить из аналогии между этим веществом и веществом метеоритов и изверженных горных пород.

При $\rho \leq \rho_m$ формула (2) дает $Z = 2, 4, 6$. Эти значения Z представляют собой эффективный атомный номер вещества и в действительности эквиваленты $Z_m = 8$, т. е. атомному номеру кислорода. Если моделировать вещество внешней оболочки и коры молекулами кислорода, то следует принять, что четыре валентных электрона образуют на стыке двух атомов кислорода ковалентный заряд, который статистически может распределяться несколькими различными способами. В первом случае заряд можно делить пополам и по-прежнему получим для нейтральных атомов $Z = 8$; во втором случае заряд из четырех валентных электронов можно отнести к одному атому молекулы и тогда для одного из них получим $Z = 10$, а для другого $Z = 6$. Далее оба атома молекулы можно рассматривать как ионы. Если стыковой заряд из четырех электронов отнести к одному остову (иону), то для него получим $u = 4$, а если разделить заряд между ними поровну, получим $Z = 2$. Для каменных метеоритов и изверженных горных пород принимается обычно статистическое значение $Z = 10$ [12].

Подставляя Z_l и Z_r в пропорцию (2), получим плотность на l -уровнях (на расстоянии r_l от центра планеты):

$$\rho_l = \frac{\rho_m}{Z_m} \cdot 2(2l + 1), \quad l = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 \quad (22)$$

и среднюю плотность внутри сферы радиуса r_1

$$\rho_j = \frac{\rho_m}{Z_m} \cdot 2(2j+1), \quad j = \frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2}, \frac{7}{2}, \frac{11}{2}, \frac{13}{2}. \quad (13)$$

Скорости продольных волн, соответствующие полученным выше дискретным значениям плотностей, могут быть определены из следующих соображений.

В толще Земли, пульсирующей с частотой $f = \omega_p/2\pi$, соответствующей первой космической скорости вращения планеты $v_p = \omega_p R = \sqrt{gR} = 7,9$ км/сек (g — ускорение силы тяжести на поверхности) для глубин, где $\rho \geq \rho_m$, газовое давление (упругость паров)

$$P_g = \frac{5}{3} k \rho \omega_p^2 R^2 \quad (24)$$

уравновешивается массовым давлением

$$P_h = k \rho \bar{\omega}_p^2 R^2, \quad (25)$$

где по-прежнему k — постоянная жидкости, γ — отношение теплоемкостей, ρ — плотность шара, а $\bar{\omega}_p^2 = \omega_p^2 (3\gamma - 4)$.

В общем случае квадрат скорости продольных волн

$$C_p^2 = \frac{5}{3} k \omega_p^2 R^2 = \frac{20}{9} \pi G \rho R^2 k (3\gamma - 4). \quad (26)$$

Для модели однородной Земли, состоящей из одноатомного газа ($k = 2/5$, $\gamma = 5/3$),

$$\bar{C}_p^2 = \frac{8}{9} \pi G \rho_m R^2. \quad (27)$$

Из этих формул получаем $\bar{C}_p = 6,45$ км/сек, массовое давление в центре Земли $3,73 \times 10^{12}$ дин/см², среднее давление внутри Земли $1,15 \times 10^{12}$ дин/см² (при $k = 1/3$, $\gamma = 5/3$).

Выражение (26) при $k = 2/5$ определяет значение C_p для любого однородного шара плотности ρ .

Для определения скорости продольных волн на искомой глубине, где плотность разнится ρ_1 , мы можем представить, что однородный шар имеет плотность ρ_1 и определить согласно (26) значение C_p .

Сравнивая (26) и (27) и принимая во внимание пропорцию (2), получим скорость продольных волн на искомой глубине:

$$C_p = \bar{C}_p \sqrt{(3\gamma - 4) \frac{\rho_1}{\rho_m}} = \bar{C}_p \sqrt{(3\gamma - 4) \frac{Z_1}{Z_m}}. \quad (28)$$

Результаты, получаемые из формулы (28), совпадают с сейсмологическими определениями скорости продольных волн, если принять для нижней оболочки $\gamma = 2,5$; $Z = 10$, внешней оболочки $\gamma = 2$, $Z = 6$, коры $\gamma = 2$, $Z = 4$ (табл. 1). Для ядра в целом удовлетворительное

Поверхности слоев и оболочек	Радиус в км		Скорость продольных волн в км, сек.		Плотность в г/см ³		Температура в °С	Атомный номер вещества	Вероятный хим. состав
Срединная поверхность коры	6353	6355*	6,45	—	2,76	—	650	(10)	$2\overline{MeO} \cdot SiO_2$
Поверхность оболочки	6334	6338*	7,80	7,8*	< 4,14	3,32*	< 1930	6 (8)	$\overline{MeO} \cdot SiO_2 \cdot Mg(OH)_2$
Основание оболочки	3469	3470*	13,42	13,6*	< 6,50	5,57*	< 4890	10	Mg_2SiO_4
Поверхность внешнего ядра	3469	3470*	8,53	8,10*	< 9,66	9,7*	< 5090	14	Fe_2SiO_4
Основание внешнего ядра	—	1380*	9,74	10,4*	< 12,42	12,0*	< 6000	18	Fe_3Si_4
Поверхность внутреннего ядра	1255	1250*	16,60	11,2*	< 15,18	15,0	< 6980	22	Fe_2Si
Центр Земли	0	0	11,63	11,3*	17,50	17,9*	7860	26	Fe
Внутреннее ядро	1255	1250*	12,50	—	16,56	—	—	24	Fe_3NiSi
Внутреннее и внешнее ядра вместе	3369	3470*	—	—	11,02	—	—	16	$FeSiO$
Земля в целом	6371	6371	—	—	5,52	5,52*	3420	8	$Mg_3FeSi_2O_3H_4$

соответствие получается при значениях γ в пределах от $4,9/3$ до $5/3$.

Эти значения γ позволяют также определить температуру в недрах Земли согласно формуле (3). В частности, из последней получаем среднюю температуру в коре 923°K (при $Z=2$), в верхах оболочки 2200°K , в низах оболочки (слой D'' Буллена) 5160°K , в верхах внешнего ядра 5370°K , в низах его 6280°K , в верхах внутреннего ядра 7250°K , в центре Земли 8130°K (в табл. 1 значения C_p и T для ядра отнесены к случаю $\gamma=5/3$).

Об агрегатном состоянии вещества в недрах Земли можно судить по уравнению Линдемана:

$$\frac{Q_n}{Q_a} = \frac{\Phi_n}{\Phi_a} = \frac{(C_p^2)_n - \left(\frac{4}{3} C_s^2\right)_n}{(C_p^2)_a - \left(\frac{4}{3} C_s^2\right)_a}, \quad (29)$$

где Q_a , Q_n — температура плавления вещества на сравниваемых глубинах a и n , C_p , C_s — скорости продольных и поперечных волн на тех же глубинах.

По сейсмологическим данным [5] для коры $\Phi=24$, верхов оболочки 35, низов оболочки 110, верхов ядра 66. При этих значениях Φ , температура плавления форстерита составит на поверхности Земли $Q_a=2100^\circ\text{K}$, в верхах оболочки 3000°K , в низах оболочки 6400°K и, таким образом, оливиновое вещество в оболочке Земли должно находиться в твердом состоянии.

Вещество верхов внешнего ядра с атомным номером $Z=14$, где температура 5360°K , соответствует фаялиту, который плавится на поверхности Земли при $Q_a=1500^\circ\text{K}$. Следовательно, температура плавления его согласно формуле Линдемана составит в верхах внешнего ядра 4300°K , т. е. вещество должно находиться здесь в расплавленном кипящем состоянии, исключая возможность прохождения через него поперечных волн.

Радиусы квантованных концентрических сфер внутри Земли могут быть определены из уравнения

$$x \frac{d^2 y}{dx^2} + (1-x) \frac{dy}{dx} + ly = 0, \quad (30)$$

где y — отношение объема наибольшей квантованной сферы радиуса $r_1 = R - h_0$ к объему квантованных сфер радиуса $r_i \leq r_1$, а x — независимая переменная, которая обращается в нуль, если кинетическая и потенциальная энергии частиц, расположенных на уровне l , полностью уравновешивают друг друга.

Согласно формуле (5) для пульсирующей модели Земли потенциальная энергия Гельмгольца (энергия внутреннего магнитного поля в состоянии невесомости) уравновешивает кинетическую энергию излучения. В этом случае ($x=0$) из предыдущего уравнения получается регулярное решение $y(0) = l!$ в виде функции Лагерра

$$r_i \sqrt{l!} = r_1, \quad (31)$$

нормированной для стационарных (нечетных) уровней $l=1, 3, 5$ [7].

Малая величина $h_0 = R - r_l$ соответствует значению r_l для случая $(l_{\max} + 1)$, т. е.

$$h_0 = \frac{R}{\sqrt{(l_{\max} + 1)!}}, \quad (32)$$

причем l_{\max} определяется независимо из формулы (18) и равняется по-прежнему 6, а значение h_0 при $R = 6371$ км составляет 37 км и равняется средней мощности твердой земной коры. Отметим, что в волновой механике атома водорода h_0 соответствует радиусу атомного ядра, r_l — расстояниям между центром атома и орбитами электрона, а R — радиусу атома.

Масса отдельных концентрических сфер M_l , отнесенная к массе Земли M , в соответствии с формулами (23), (31) определяется для нечетных l из зависимости

$$\frac{M_l}{M} = \frac{4(l+1)}{Z_m l!}. \quad (33)$$

Выражение (31) как гипергеометрическая функция определяет расстояния от центра Земли до поверхностей разрывов первого порядка, характеризующихся параметрами $l=1, 3, 5, n=2, 4, 6, j=3/2, 7/2, 11/2$.

Указанные нечетные квантовые числа характеризуют внутреннее ядро, внешнее ядро и оболочку, а $l=0, n=1$ кору Земли.

Приведенные выше формулы дают для них следующие результаты.

1. Внутреннее ядро. $l=5, n=6, j=11/2, \gamma=5/3, r_5=1255$ км, плотность в центре $\rho_c = \frac{13}{4} \rho_m = 17,90$ г/см³, $C_p = 11,64$ км/сек, плот-

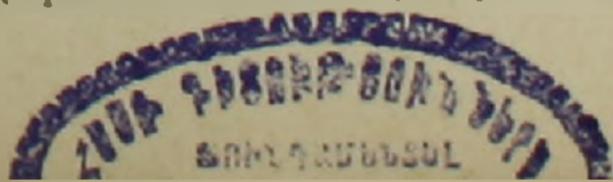
ность в верхах $\frac{11}{4} \rho_m = 15,18$ г/см³, $C_n = 10,71$ км/сек, средняя плотность

ρ_m , средний атомный номер $Z=24$, масса $\frac{1}{40} M$, химическая формула

$F_{e3} N_l S_l$, химический состав: F_e — 66%, N_l — 23%, S_l — 11%; химическая формула на поверхности ($Z=22$) $F_{e2} S_l$. Магнитный момент Земли обуславливается, вероятно, внутренним ядром, радиус которого

оказывается равным $R \operatorname{tg} D$ ($D = \frac{\alpha}{2}$ — угол между магнитной и меха-

нической осями Земли). Отсутствие у Венеры заметно сильного магнитного поля возможно объясняется отсутствием у нее ферромагнитного ядра типа рассматриваемого внутреннего ядра Земли и малой скоростью вращения (порядка 6,5 м/сек). В таком случае для Венеры должно быть принято $l_{\max}=4, Z_{\max}=18$ (при $Z_m=8$), $\alpha=26^\circ 34'$, $\rho_c = 11,4$ г/см³ (при $\rho_m = 4,95$ г/см³) и она должна состоять из ядра состава $F_e S_l O$ ($Z=16$), радиуса 3400 км (при $R=6200$ км), средней плот-



ности $9,90 \text{ г/см}^3$ и оливниновой оболочки, мощностью 2800 км , равной по массе $2/3$ массы всей планеты ($4,77 \times 10^{27} \text{ г}$). Меркурий, имеющий плотность $5,3 \text{ г/см}^3$ и радиус 2420 км , может рассматриваться как химический аналог внутреннего ядра Земли, вспученный вследствие разрушения (или испарения) и разлета оболочки.

2. Ядро в целом. $l=3$, $n=4$, $j=7/2$, $\gamma=5/3$, $r_3=3469 \text{ км}$, средний атомный номер $Z=16$, средняя плотность $2\rho_m=11,04$, масса $\frac{1}{3} M$, средняя химическая формула $F_e S_i O$, химический состав: $F_e-56\%$, $S_i-28\%$, $O-16\%$. Для верхов ядра $Z=14$, $\rho=\frac{7}{4} \rho_m=9,66 \text{ г/см}^3$, $c_p=8,53 \text{ км/сек}$, химическая формула $2F_e O \cdot S_i O_2$ (фаялит). Для нижней части внешнего ядра (слой F) $Z=18$, $\rho=\frac{9}{4} \rho_m=12,42 \text{ г/см}^3$, $c_p=9,68 \text{ км/сек}$. Химическая формула $F_e S_i$ (ферросилиций).

3. Земля в целом. $l=1$, ($l=0$), $j=\frac{3}{2}$, $Z=8$, $\rho=\rho_m$, $r_1=6334 \text{ км}$, $r_0=R=6371 \text{ км}$, средняя химическая формула вероятно $Mg_3 O_3 F_e S_i_2 H_6$, химический состав: $Mg-30,5\%$, $S_i-23,6\%$; $F_e-23,4\%$, $O-20,2\%$, $H-2,5\%$ (все примесные элементы, имеющие нечетную валентность, обобщены здесь в H , а примесные элементы с четной валентностью в Mg).

Согласно формуле (2) эффективный заряд для вещества коры $Z=4$, а плотность $\rho_k=\frac{1}{2} \rho_m=2,76 \text{ г/см}^3$, что равняется лабораторной плотности пород коры, а согласно формуле (19) эффективный заряд вещества коры $Z=2$, а плотность $\rho_k=\frac{1}{4} \rho_m$. Это плотность изостатически уравновешенной плавающей коры или т.н. эффективная (архимедова) плотность, равная разности лабораторных плотностей коры и магматического субстрата (внешней части оболочки). Мощность коры согласно формуле (32) составляет 37 км . Мощность оболочки равняется 2865 км , масса вместе с корой $\frac{3}{4} M$, средняя плотность $\rho=\frac{4}{3} \rho_m=4,41 \text{ г/см}^3$. Для внешней оболочки $Z=6$, $\rho=\frac{3}{4} \rho_m=4,14 \text{ г/см}^3$; глубина залегания подошвы согласно формуле (31) при $l=6$ равняется 711 км и совпадает с предельной глубиной очагов глубоководных землетрясений; для верхов ее, при $\gamma=2$, получается $C_p=7,80 \text{ км/сек}$, для низов, при $\gamma=2,5$, $C_p=10,44 \text{ км/сек}$.

Для нижней части оболочки (слой D'') $Z=10$, $\rho=\frac{5}{4} \rho_m=6,90 \text{ г/см}^3$, $\gamma=2,5$, $C_p=13,50 \text{ км/сек}$. Значению $Z=10$ соответствует вероятно форстерит— $2MgO \cdot SiO_2$, содержащий $34,5\% Mg$, $20\% Si$, $45,7\% O$, или

Приведенные выше значения для низов оболочки $\rho = \frac{5}{4} \rho_m = 6,50 \text{ г/см}^3$ и верхов оболочки $\rho \leq \frac{3}{4} \rho_m = 4,14 \text{ г/см}^3$ снимают это противоречие (для каменных метеоритов $\rho = 3,54 \text{ г/см}^3$).

Из полученных выше результатов следует, что при появлении гравитационной неустойчивости разрушение Земли должно произойти, по всей вероятности, последовательным отрывом и разлетом описанных квантованных оболочек.

Из динамики нестационарных звезд известно [3], что если до разрушения радиус звезды был R_0 , то после разрушения и разлета части ее радиус уменьшается до значения

$$r_0 = R_0 \left(\frac{\gamma_k - 1}{2} \right)^{\frac{3-m}{3}}. \quad (34)$$

Сравнивая эту формулу с формулой (31), получим для нечетных квантованных орбит зависимость

$$\left(\frac{\gamma_k - 1}{2} \right)^{3-m} = \frac{1}{l!}, \quad (35)$$

определяющую критические значения отношения Грюнрайзена на квантованных орбитах, при которых вышележащие оболочки разрушаются и удаляются в бесконечность.

В аналитическом выражении

$$\gamma_k = \frac{2m + 3}{2m + 1}, \quad (36)$$

где случай $m = 0$ характеризует сильно сжатый газ, $m = 1$ — одноатомный газ, $m = 2$ — двухатомный газ, а $m = 3$ — гипотетический нагретый газ [3].

Согласно формуле (35) для разлета коры при $m = 1$ и $m = 2$ значение γ_k во внешней оболочке ($l = 1$) должно быть 3; для разлета всей оболочки значение γ_k на поверхности внешнего ядра ($l = 3$) при $m = 2$ должно уменьшиться до $4/3$, а для разлета внешнего ядра и оболочки ($l = 5$) оно при $m = 2$ должно равняться на поверхности внутреннего ядра $1 + 1/60$. Разрушение и разлет вещества всей планеты согласно формуле (34) происходят при $\gamma_k = 1$.

Полученные выше данные о внутреннем строении Земли ближе всего соответствуют известной булленовской модели Земли „В“, основанной на геофизических данных и отдельных частных предположениях [4].

Выше, в табличной форме приводится сопоставление части наших данных с данными Буллена (последние отмечены в таблице звездочками).

Ա. Տ. ԱՍԼԱՆՅԱՆ

ԵՐԿՐԻ ՆԵՐՔԻՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ ՔՎԱՆՏԱՅԻՆ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հողվածում քննարկվում է քվանտային մեխանիկայի օրենքների կիրառման հնարավորությունը երկրի ներքին կառուցվածքի և քիմիական կազմության հարցերը լուսաբանելու ասպարեզում: Ստացված քանակական արդյունքները լիովին համապատասխանում են այն փաստական տվյալներին, որոնք ստացվել են սեյսմոլոգիական շափումների և մետեորիտների ու հրային ապարների ուսումնասիրության հետևանքով:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Ասլանյան Ա. Դ.* Основы количественной теории магнитного поля Земли. Ереван, 1962.
2. *Ասլանյան Ա. Դ.* О внутренней температуре и химизме Земли. Изв. АН Армянской ССР, серия геол., № 3, 1963.
3. *Баум Ф. А., Каплан С. А., Станюкович К. П.* Введение в космическую газодинамику, М., 1958.
4. *Буллен К.* Сейсмология и внутреннее строение Земли в целом. Сб. статей «Физика и химия Земли», Изд. иностр. лит., М., 1958.
5. *Давыдов А. С.* Квантовая механика, М., 1963.
6. *Данжи Дж.* Космическая электродинамика. Изд. иностр. лит., М., 1961.
7. *Кампе дэ Ферье, Кемпбелл Р., Петью Г., Фогель Т.* Функции математической физики, М., 1963.
8. *Маркс Г.* Введение в квантовую механику. Будапешт, 1962.
9. *Роселанд С.* Теория пульсации переменных звезд. Изд. иностр. лит., М., 1952.
10. *Швирцшильд М.* Строение и эволюция звезд. Изд. иностр. лит., М., 1961.
11. *Чанорасекар С.* Введение в учение о строении звезд. Изд. иностр. лит., М., 1950.
12. *Shimadzu Y.* A chemical phase transition hypothesis of the mantle of the Earth. Journ. Earth. Sci., Nagoya Univ., 6, № 1, 1958.
13. *Yukotake T.* The westward drift of the magnetic field of the Earth. Bull. Earthquake Res. Inst. Univ. Tokyo, 40, № 1, 1962.

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

С. В. КАЗАРЯН

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О ПИРИТИЗИРОВАННЫХ ПОРОДАХ
ВЕРШИНЫ ГОРЫ АРАГАЦ

Массив г. Арагац, занимая около десятой части территории республики, на протяжении многих лет являлся предметом пристального изучения довольно большого числа исследователей.

Интерес к этой горе вызван не только ее красотой и высотой (4095 м), а, главным образом, ее ролью в геологическом строении страны, в формировании подземных вод Араратской долины и наличием на ее склонах огромных масс вулканических продуктов, являющихся прекрасными строительными материалами.

Из многочисленных исследований, посвященных Арагацу, следует отметить работы П. И. Лебедева [6], К. Н. Паффенгольца [9, 10], А. Н. Заварицкого [3, 4], В. М. Амаряна и К. Г. Шириняна [11].

Несмотря на эти детальные исследования, по ряду вопросов, касающихся стратиграфического взаимоотношения отдельных отложений и происхождения самого массива г. Арагац, по сей день идут оживленные споры. Интересно отметить, что, за исключением К. Н. Паффенгольца, все остальные геологи признают вулканическое ее происхождение.

К. Н. Паффенголец [9] считает, что массив г. Арагац не является вулканом и его разрозненные вершины представляют края антиклинальной долины ледникового типа, а не края кратера.

С целью уточнения некоторых спорных вопросов большая группа геологов (К. Н. Паффенголец, А. А. Габриелян, А. Т. Вегуни, А. И. Адамьян, С. П. Бальян, В. М. Амарян, Г. Т. Тер-Месропян, К. Г. Ширинян, К. И. Карапетян и С. В. Казарян) в октябре 1962 г. совершила ряд маршрутов на узловыe пункты массива г. Арагац, а также восхождение на ее вершину.

В данной статье речь пойдет лишь о пиритизированных породах, осмотренных автором настоящей статьи и С. П. Бальяном на дне громадной «воронки», окруженной четырьмя вершинами Арагаца.

Общие сведения об измененных и пиритизированных породах, а также о наличии элементарной серы в пределах вершинной части Арагаца содержатся в работах П. И. Лебедева [6] и К. Н. Паффенгольца [9]. Однако конкретных данных о природе этих изменений или же о вещественном составе и минералого-петрографических особенностях пиритизиро-

ванных пород как в работах указанных исследователей, так и других отсутствуют.

Широкую полосу желто-окрашенных измененных пород отчетливо можно наблюдать еще с седловины южной пары вершин Арагаца, с рас-



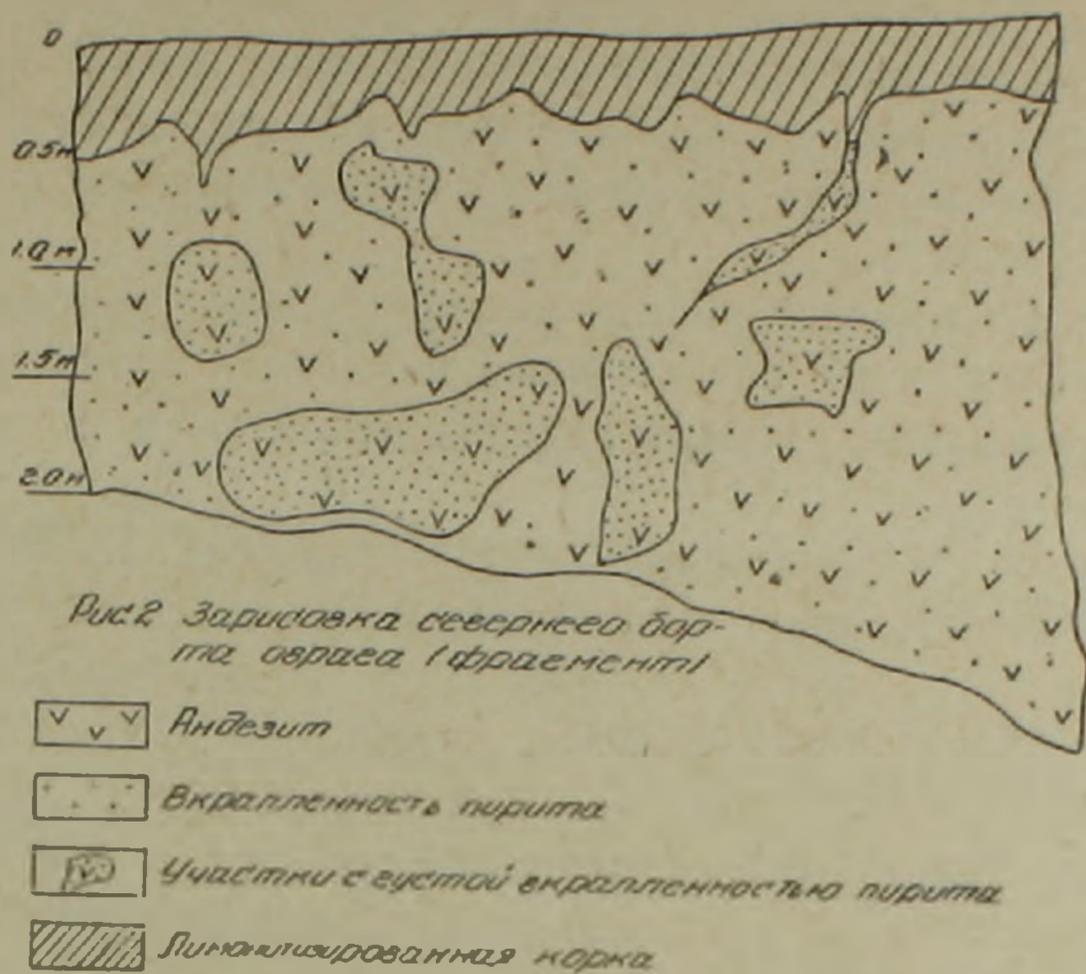
Фиг. 1. Общий вид северной пары вершины г. Арагац со стороны седловины между вершинами южной пары. Фото. С. П. Бальяна.

стояния около 1 км. Она расположена гипсометрически ниже полого и периклинально залегающих слоистых пород и протягивается до самого дна воронки. Дно воронки покрыто флювиогляциальными отложениями и осыпью больших глыб пород преимущественно андезитового и дацитового составов, среди которых нами были найдены скопления окатанных галек. Последние по всей вероятности являются продуктом разрушения пачек пород, залегающих на высоких отметках вершин горы. Глыбы пород и галечники покоятся в основном на поверхности погребенного ледника.

В центральной части дна воронки, откуда берет начало р. Лали, воды погребенного ледника прорыли овраг, глубиной около 2—3 м, на северном борту которого можно наблюдать следующую картину (фиг. 2, 3).

От поверхности до глубины 0,4—0,6 м с извилистой нижней границей протягивается лимонитизированная полоса, которая постепенно переходит в пиритизированный андезит, рассланцованный и перемятый до такой степени, что без затруднения можно разобрать его вручную. Такое состояние породы объясняется видимо действием экзогенных процессов.

Лимонитизированную полосу следует рассматривать как окисленную зону пиритизированных андезитов—железную «шляпу» сульфидных образований.



Фиг. 2. Зарисовка северного борта оврага, расположенного на дне „воронки“ между четырьмя вершинами г. Арагац.



Фиг. 3. Обнажение пиритизированного андезита с лимонитизированной коркой (северный борт оврага) на дне воронки между вершинами г. Арагац. Фото С. П. Бальяна.

Таким образом, на маленьком отрезке оврага мы наблюдаем как окисленную, так и сульфидную зоны.

Внешне окисленная зона представляет собой заохренную лимонитизированную породу, состав которой трудно поддается определению ввиду сильной измененности и отсутствия в массе реликтов первичной породы.

В отличие от окисленной зоны, в сульфидной зоне, несмотря на большое количество пирита, сохранились обломки свежей породы, на основании которых можно точно определить ее петрографический состав.

Для сульфидной зоны характерно неравномерное распределение вкрапленников пирита.

На общем фоне редкой пиритовой вкрапленности наблюдаются бессистемно расположенные обогащенные пиритом участки в виде гнезд, желваков и прожилков, размеры которых колеблются в широких пределах.

Из окисленной и сульфидной зон совместно с С. П. Бальяном были отобраны характерные образцы для детальных исследований.

Микроскопические изучения образца сульфидной зоны, проведенные в лаборатории Минералогии НИГМИ Армянской ССР, дали следующие результаты.

Порода определена как неизменный андезит с миндалекаменной текстурой, обусловленной наличием пустот, заполненных хлоритом. Название породы подтверждается силикатным анализом, результаты которого приводятся в таблице.

Силикатный анализ пробы № 2 (в %, сульфидная зона)

№ лаб	№ пр.	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	вл.	п.п.п.
96,84	2	54,00	4,95	0,94	0,75	15,40	3,47	2,71	2,05	1,37	6,06	6,62

Структура породы порфировая с гиалопилитовой структурой основной массы.

Порфировые выделения представлены водянопрозрачными идиоморфными таблитчатыми кристаллами плагиоклаза (андезин №№ 44—47), имеющего зональную структуру.

Основная масса состоит из бурого вулканического стекла, в котором расположены микролиты плагиоклаза, не обнаруживающего зональную структуру; состав плагиоклаза микролитов андезиновый, но более кислый, чем в порфировых выделениях (№№ 35—37).

Миндалины составляют около 40—45% породы и имеют в основном неправильную форму. Они заполнены хлоритом, причем периферия этих миндалин сложена более железистым бурым хлоритом, образующим кайму вокруг менее железистого хлорита. Хлорит в незначительном количестве замещает и плагиоклаз во вкрапленниках.

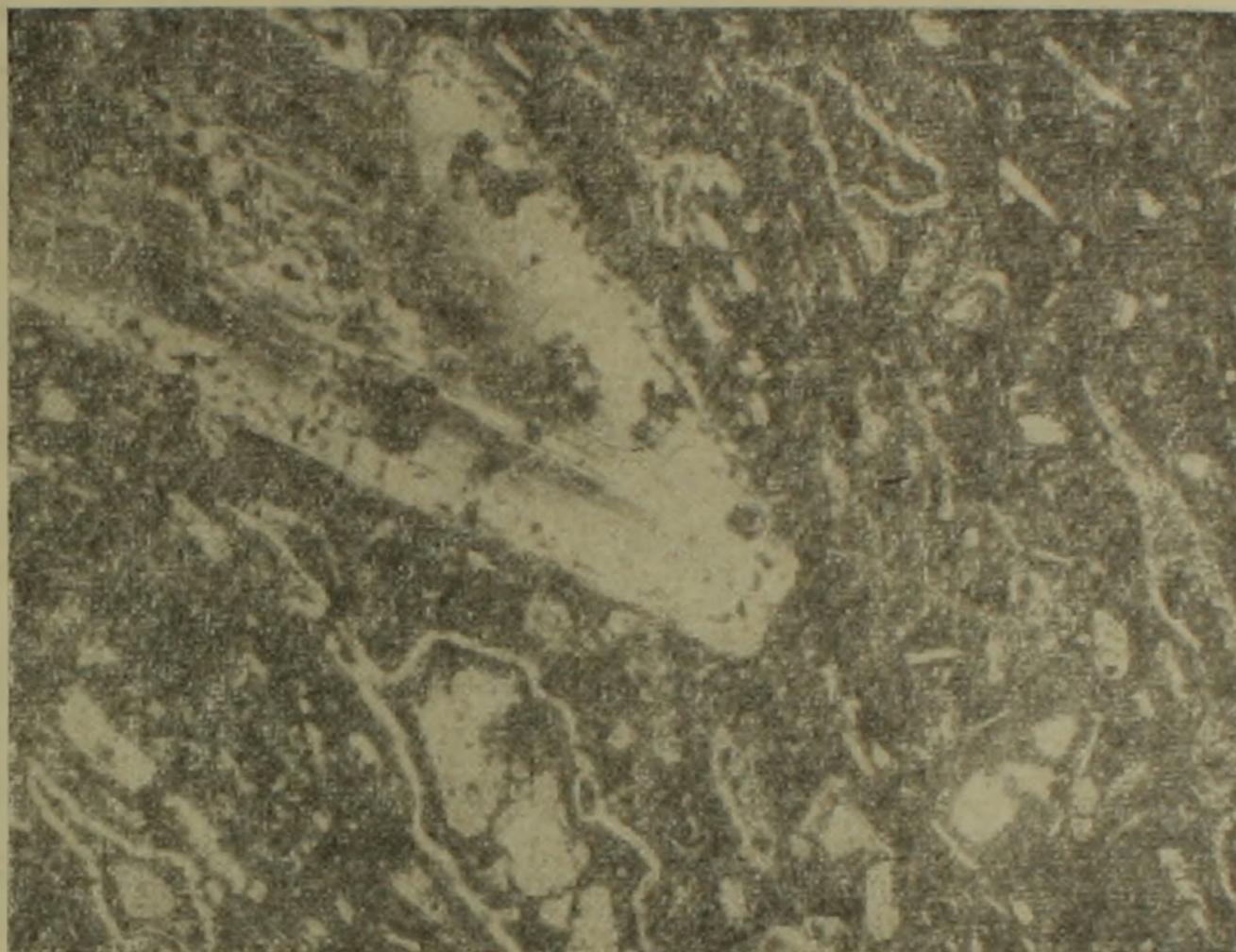
Рудная минерализация представлена только пиритом, образующим неравномерную вкрапленность в породе. Выделения пирита аллотриоморфны, размер от 0,3 до 0,01 мм; занимают 3—5% площади шлифа.

Весьма характерен тот факт, что пирит повсеместно тесно ассоциирует с хлоритом и замещает его. Это обстоятельство указывает на то, что очевидно железо в пирите заимствовано у хлорита. Замещение хлорита пиритом наблюдается вдоль периферии хлоритовых выделений, где

пирит образует кольцеобразные скопления отдельных зерен (структуру разъедания).

Очень часто пирит встречается в виде тончайших волосяных прожилков, причем подавляющее большинство их приурочено к более или менее крупным зернам пирита и как бы вытекает из них.

Пирит свежий и никаких признаков изменения не обнаруживает.



Фиг. 4. Структура андезита. 1 — плагиоклаз, 2 — хлорит, 3 — основная масса. Шлиф увел. $\times 40$, николи +. Фото Э. Амирбеяна.

Судя по спектральному анализу проб, элементарный состав окисленной и сульфидной зон один и тот же, если не считать незначительных расхождений по никелю, кобальту, молибдену, олову и лантану, вызванных, по-видимому, пределом точности анализа.

Такое сходство элементарных составов окисленной и сульфидной зон можно объяснить отсутствием глубоких процессов выщелачивания и выноса материала, что указывает на относительно «молодой» (доледниковый) возраст описанных минерализованных зон.

По спектральному анализу в элементном составе одинаково для обеих зон наиболее высокую концентрацию имеет медь (0,1 до 0,5%). Химический анализ пробы из сульфидной зоны (см. табл.) по сравнению со спектральным показал низкое содержание меди и, наоборот, относительно высокие содержания свинца — 0,16% и цинка — 0,03%.

Указанные расхождения анализов для таких содержаний находятся в пределах чувствительности метода их анализов и существенного значения иметь не могут.

Для определения наличия благородных металлов в сульфидной зоне производился пробирный анализ, который показал отсутствие золота

Спектральный анализ проб № 1 и 2 (в ‰)

Элементы	№ проб		Элементы	№ проб		Элементы	№ проб	
	1	2		1	2		1	2
Si	>1	>1	Pb	0,001	0,001	Zr	0,01	0,01
Al	>1	>1		0,005	0,005		0,03	0,03
Fe	>1	>1	Zn	0,01	0,01	Hf	Н	Н
Ca	>1	>1	Cd	Н	Н	Nb	Н	Н
Mg	>1	>1	Ag	Н	Н	Ta	Н	Н
Na	>1	>1	Sb	Н	Н	Be	0,0003	0,0003
Ti	0,3—1	0,3—1	Bi	Н	Н		0,001	0,001
Mn	0,01—	0,01—	As	0,01	0,01	Se	0,001	0,001
	0,03	0,03	Te	Н	Н		0,003	0,003
Cr	0,001	0,001	Sn	0,01	0,005	Y	0,001	0,001
	0,003	0,003		0,05	0,01	Ce	Н	Н
Ni	0,001	0,003	Ge	Н	Н	La	~ 0,01	Н
	0,003	0,01	U	Н	Н	Sr	0,1	0,1
Co	Н	0,001	Yb	0,0001	0,0001		0,5	0,5
		0,003		0,0005	0,0005	Ba	0,03	0,03
V	0,03	0,03	Ga	0,001	0,001		0,1	0,1
	0,1	0,1		0,003	0,003	P	Н	Н
Mo	Н	0,0005	In	Н	Н	Li	Н	Н
W	Н	Н	Tl	Н	Н	Pt	Н	Н
Cu	0,1	0,1				Th	Н	Н
	0,5	0,5				Pd	Н	Н

Примечание: Проба № 1 — из окис. зоны.

Проба № 2 — из сульфид. зоны.

Химический анализ пробы № 2 (в ‰)

№ пп	№ проб з.к.	S	Se	Te	Cu	Pb	Zn
9684	2	3,05	сл.	сл.	0,02	0,16	0,03

Проба № 2 — из сульфидной зоны.

и наличие серебра в количестве 1,2 г/т (лаборатория Зодской экспедиции УГ и ОН при СМ Армянской ССР).

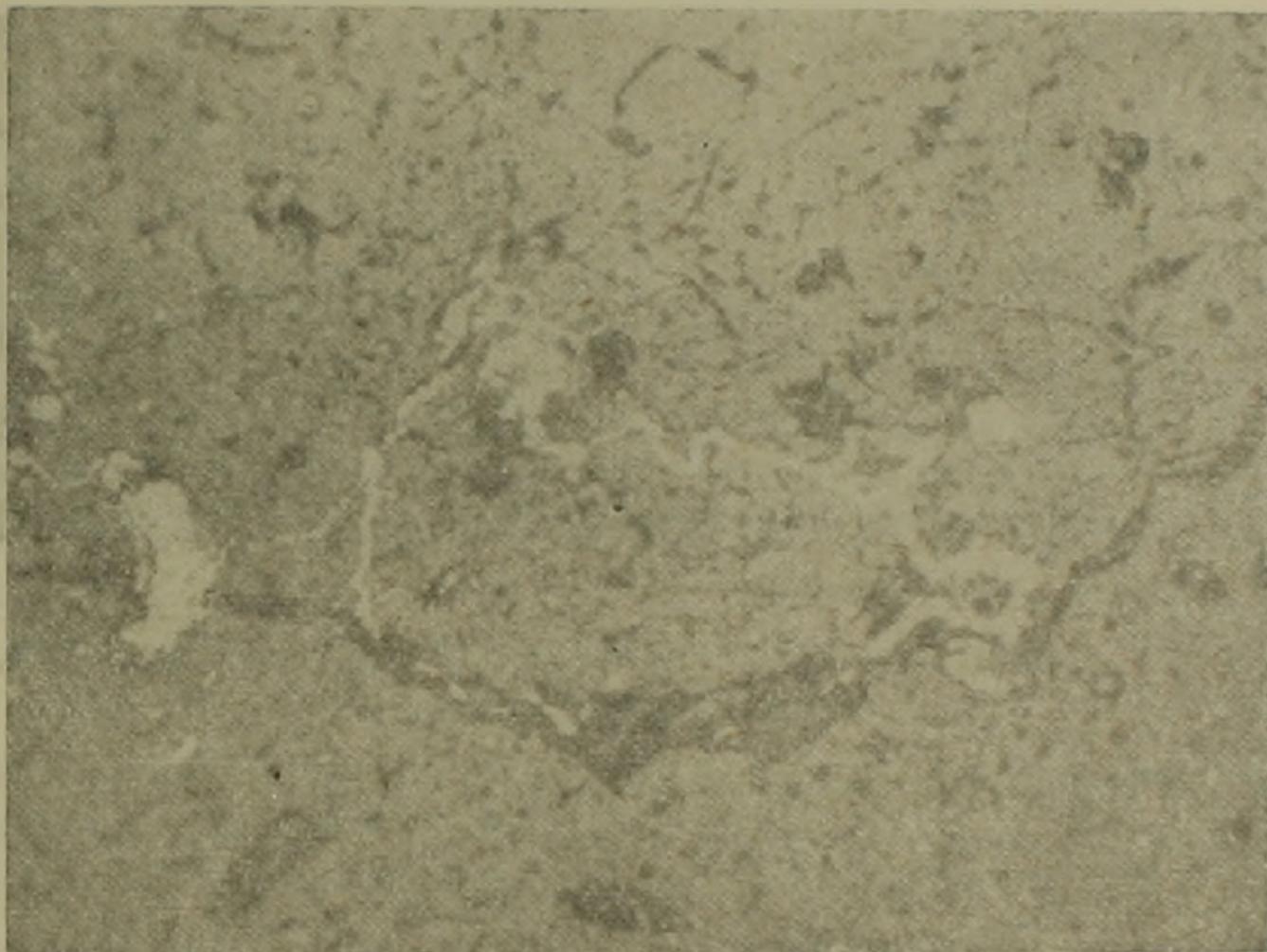
Незначительность концентраций этих элементов (медь, свинец, цинк, золото, серебро), с одной стороны, и отсутствие каких-либо минералов их в исследуемом образце с другой, позволяют предполагать, что медь, свинец, цинк, золото и серебро находятся в пирите в виде механических примесей, заимствованных из вмещающих пород или привнесенных экзотическими сольфатарной стадии деятельности гидротерм.

Наше предположение относительно формы нахождения в пирите указанных элементов несколько отличается от данных С. И. Набоко [8], согласно которым эти элементы находятся в пирите в виде сульфидов.

Этим исследователем получены весьма интересные результаты по изучению гидротермально измененных пород Камчатки, которые проливают свет на некоторые вопросы происхождения гидротермально измененных пород г. Арагац.

В своей работе С. И. Набоко [8], отмечая различные условия образования сульфидов, в частности указывает, что в более значительных количествах сульфиды, преимущественно железа (пирит и марказит), образуются на сольфатарных полях различных вулканов и в местах разгрузки глубинных гидротерм. Образование сульфидов в этих случаях происходит при воздействии сероводорода на железо, выщелоченное из пород.

На нашем примере, как было указано выше и хорошо иллюстрировано на фото (фиг. 5, 6), пирит образовался по всей вероятности в результате воздействия сероводорода на находящийся в андезите железистый



Фиг. 5. Развитие пирита по раннему хлориту. Полир. шлиф, увел. $\times 59$, светлое—пирит, темное—хлорит. Фото Э. Амирбекяна.

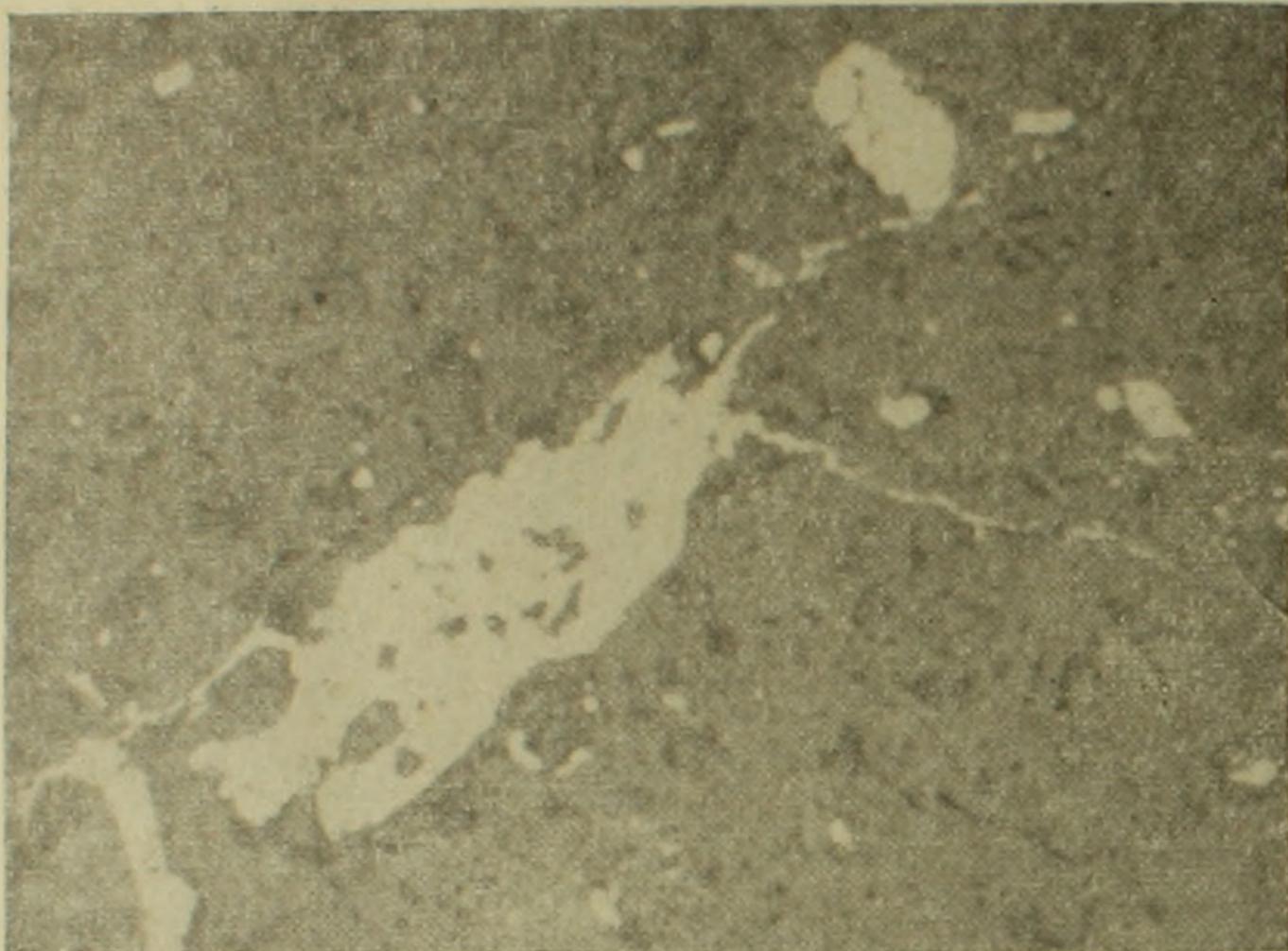
хлорит, заимствуя из него железо. Подтверждением этому служит повсеместная приуроченность пирита к хлориту.

Кроме пиритизации, в литературе имеются также сведения о других изменениях пород вершинной части Арагаца. П. И. Лебедев [6] отмечает: «Из новообразований, кроме алунизированных лав, можно отметить нахождение на левом борту кратера против красно-желтого хребта белых каолинизированных пород».

Таким образом, в настоящее время в вершинной части Арагаца можно считать установленными четыре типа изменений: хлоритизация, пиритизация, алунизация и каолинизация. Все указанные изменения типичны для современных гидротерм. По исследованиям С. И. Набоко [8]

на Камчатке и Курильских островах выделены одиннадцать типов измененных пород.

Изменения пород вершинной части Арагаца с незначительным отклонением охватывают второй, четвертый и одиннадцатый типы С. Н. Набоко, а именно: опало-алунитовый, каолинитовый и карбонат-хлорит-пиритовый.



Фиг. 6. Псевдоморфоз пирита по хлориту. Полир. шлиф, увел. $\times 130$.
Фото Э. Амирбекяна.

Изложенный материал позволяет сделать следующие выводы:

1. Наличие изменений пород (пиритизация, алунитизация и каолинизация) в пределах вершинной части Арагаца и простота их элементарного состава свидетельствуют, по-видимому, о поствулканических процессах, имевших место здесь по крайней мере до ледникового времени. Последнее подтверждается тем, что измененные породы несут следы ледниковой обработки. Однозначное решение происхождения измененных пород возможно при детальном всестороннем их изучении.

Детальное изучение измененных пород должно являться задачей самого ближайшего времени, осуществлением которой можно решить многие спорные вопросы, касающиеся истории формирования г. Арагац.

К тому же неотложной задачей является еще вопрос глубины залегания гетерогенного субстрата массива г. Арагац, залегающего под чехлом молодых лав, решение которого возможно лишь посредством буровых скважин в верховьях долины р. Дали.

2. Пирит в андезитах по всей вероятности низкотемпературный. Это обстоятельство, с одной стороны, и наличие здесь алунита и каолина, с другой, указывают на температурный интервал ниже 100°C , что соответствует сольфатарной стадии деятельности вулканов.

3. Образование лимонитизированной корки над пиритизированными андезитами, а также рассланцевание и перемятие последних являются результатом экзогенных процессов (морозное выветривание, окисление и др.).

4. Большое сходство элементарных составов лимонитизированной корки и пиритизированных андезитов свидетельствует об отсутствии процесса глубокого выщелачивания и переноса материала. Это еще раз подтверждает сравнительно молодой возраст процессов изменения пород.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 14.II. 1963

Ս. Վ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ

ՄԻ ՔԱՆԻ ՏՎՅԱԼՆԵՐ ԱՐԱԳԱԾԻ ԼՆՌԱՆ ՊԻՐԻՏԱՑՎԱԾ
ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հողվածում շարադրված են մի քանի նոր տվյալներ Արագածի գագաթի փոփոխված ապարների մասին, որոնք որոշ չափով լրացնում են մեր գիտելիքները այդ հետաքրքիր լեռան ծագման մասին:

Փոփոխված ապարների նմուշների ուսումնասիրությունը թույլ է տալիս հանգելու հետևյալ եզրակացություններին՝

Արագածի գագաթում ապարների փոփոխվածության առկայությունը և նրանց էլեմենտար կազմի պարզությունը վկայում են այնտեղ տեղի ունեցած հետհրաբխային կամ հետմագմատիկական թույլ հիդրոթերմալ (ցածր ակտիվության) պրոցեսների մասին: Հաշվի առնելով այն հանգամանքը, որ փոփոխված ապարների վրա կան սառցադաշտի գործունեության հետքեր, ապա պետք է ենթադրել, որ փոփոխման պրոցեսները տեղի են ունեցել մինչ սառցադաշտերի առաջանալը:

Փոփոխված ապարների ծագման վերջնական լուծումը հնարավոր է նրանց բազմակողմանի մանրամասն ուսումնասիրության միջոցով, որը, անկասկած, թույլ կտա լուծել Արագածի ծագման հետ կապված մի շարք վիճելի հարցեր:

Հողվածում բերվում են նաև տնտեսական և գործնական որոշ նշանակություն ունեցող այլ եզրակացություններ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Асланян А. Т. Региональная геология Армении. Айпетрат, 1958.
2. Бальян С. П. О происхождении г. Арагац в свете новых геоморфологических данных.
3. Заварицкий А. Н. Некоторые черты четвертичного вулканизма Армении. Изв. АН АрмССР, № 5—6, 1944.
4. Заварицкий А. Н. Некоторые черты новейшего вулканизма Армении. Изв. АН СССР, серия геолог., № 1, 1945.
5. Лебедев П. И. Массив Алагез по данным исследований 1928 г. Осведомительный бюлл., № 3—4, 1929.

6. Лебедев П. И. Вулкан Алагез и его лавы. «Алагез»—потухший вулкан Армянского нагорья. т. 1, тр. Сов. по изуч. пр. сил, серия Закавказ., вып. 3, 1931.
7. Лебедев П. И. Вулкан Алагез. Межд. геолог. конгресс, XVII сессия, СССР. Экскурсия по Кавказу, Армянская ССР, 1937.
8. Набоко С. И. Гидротермальные процессы и минералообразование в областях активного вулканизма, АН СССР, Тр. лаб. вулканологии, вып. 19. Изд. АН СССР, 1961.
9. Паффенгольц К. Н. Алагез и его происхождение. Природа № 6, 1939.
10. Паффенгольц К. Н. К проблеме горы Алагез (Армения), мат. ВСЕГЕИ, 1940.
11. Ширинян К. Г. Стратиграфическое расчленение четвертичной туфолоавовой толщи области г. Арагац, «Вопросы геологии и гидрогеологии АрмССР», Изд. АН Арм. ССР.

ГЕОХИМИЯ

В. О. ПАРОНИКЯН

К ВОПРОСУ О КОРРЕЛЯЦИОННОЙ СВЯЗИ СОДЕРЖАНИЙ
РУДООБРАЗУЮЩИХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОДНОМ ИЗ
ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АРМЯНСКОЙ ССР

В настоящей статье обобщены результаты исследований по вещественному составу руд, проведенных автором в течение 1960—1961 гг. на одном из полиметаллических месторождений Армянской ССР. В основном была изучена рудная линза № 11, которая сейчас находится в стадии эксплуатации. По вещественному составу она идентична линзе № 10*, и поэтому выведенные корреляционные связи между содержаниями рудообразующих компонентов линзы № 11 в определенной степени можно отнести к линзе № 10 и другим полиметаллическим рудным телам месторождения. Зависимости концентраций рудообразующих элементов изучены методом вариационной статистики, причем были использованы многочисленные химические и спектральные анализы рядовых и сборных проб, рудных концентратов, штуфных проб и мономинералов**.

При составлении корреляционных кривых, классовые промежутки содержания одного компонента, по которым вычисляется содержание второго—коррелируемого компонента, выбирались исходя из степени изменчивости содержания первого компонента с учетом того, что количество проб в каждом классе было бы выше определенного минимума (во избежание случайных ошибок).

Автор пришел к выводу, что применение метода вариационной статистики в сочетании с минералогическими, геохимическими и дру-

* Некоторые исследователи справедливо считают, что линза № 11 является сброшенной частью линзы № 10.

** Приведенные в этой статье корреляционные кривые зависимости содержаний отдельных рудообразующих химических элементов друг от друга составлены на основании 434 химических анализов на Pb, Zn и Cu (данные рудника); 224 количественных спектральных анализов на Ge (из этого количества 60—сборные, 49—рядовые и 115 штуфные богатые пробы и рудные концентраты), 108 количественно-спектральных анализов на Te (60—сборных и 49 рядовых проб), а также полуколичественных спектральных анализов этих же проб на Ag, Sb и As. Анализы выполнялись в спектральной лаборатории Управления Геологии и Охраны недр при СМ АрмССР. Используются также результаты 110 полуколичественных спектральных анализов штуфных проб и рудных концентратов на Ag, As, Sb, и акцессорный Ge, выполненных в спектральной лаборатории ИГН АН АрмССР.

гими методами исследования может привести к более обоснованному решению ряда геохимических вопросов.

В геологическом строении участка исследуемого месторождения принимают участие кварцевые порфириты, их туфы и туфобрекчии, перекрывающиеся «покровными» порфиритами, их туфами, туфобрекчиями и серией туфогенно-осадочных пород среднеюрского возраста.

Рудные тела в виде линз, и, реже, зон с вкрапленно-прожилковым оруденением локально приурочены к кварцевым порфиритам и залегают в их приконтактных частях с «покровными» порфиритами. Минеральный состав гипогенных руд, по данным предыдущих исследователей, представлен сфалеритом, галенитом, халькопиритом, пиритом, теннантитом-тетраэдритом, борнитом, халькозином, марказитом, касситеритом, самородным золотом, аргентитом и бетехтинитом. Азтором в этих рудах дополнительно установлены: миллерит, штроейерит, ялпаит, стефанит, полибазит (?), самородное серебро и электрум. Жильными являются кварц, барит, каолинит, карбонаты и реже гипс.

На месторождении выделяется ряд парагенетических ассоциаций минералов, принадлежащих, по-видимому, к разным стадиям минерализации. К ним в порядке последовательности их образования относятся: I—пиритовая, II—пирит-халькопиритовая, III—полиметаллическая, IV—борнит-теннантитовая, V—баритовая и VI—карбонатная.

Руды указанных стадий обычно пространственно совмещены и реже обособлены. Особенно четко отделяется барит от полиметаллических руд, что позволяет производить их селективную добычу. Главное промышленное значение для месторождения имеют руды полиметаллической и баритовой стадий; роль остальных стадий незначительна. Приведенные здесь корреляционные графики относятся главным образом к рудам полиметаллической стадии. Ниже приводится краткое изложение результатов по исследованию корреляционных связей содержаний некоторых рудообразующих компонентов.

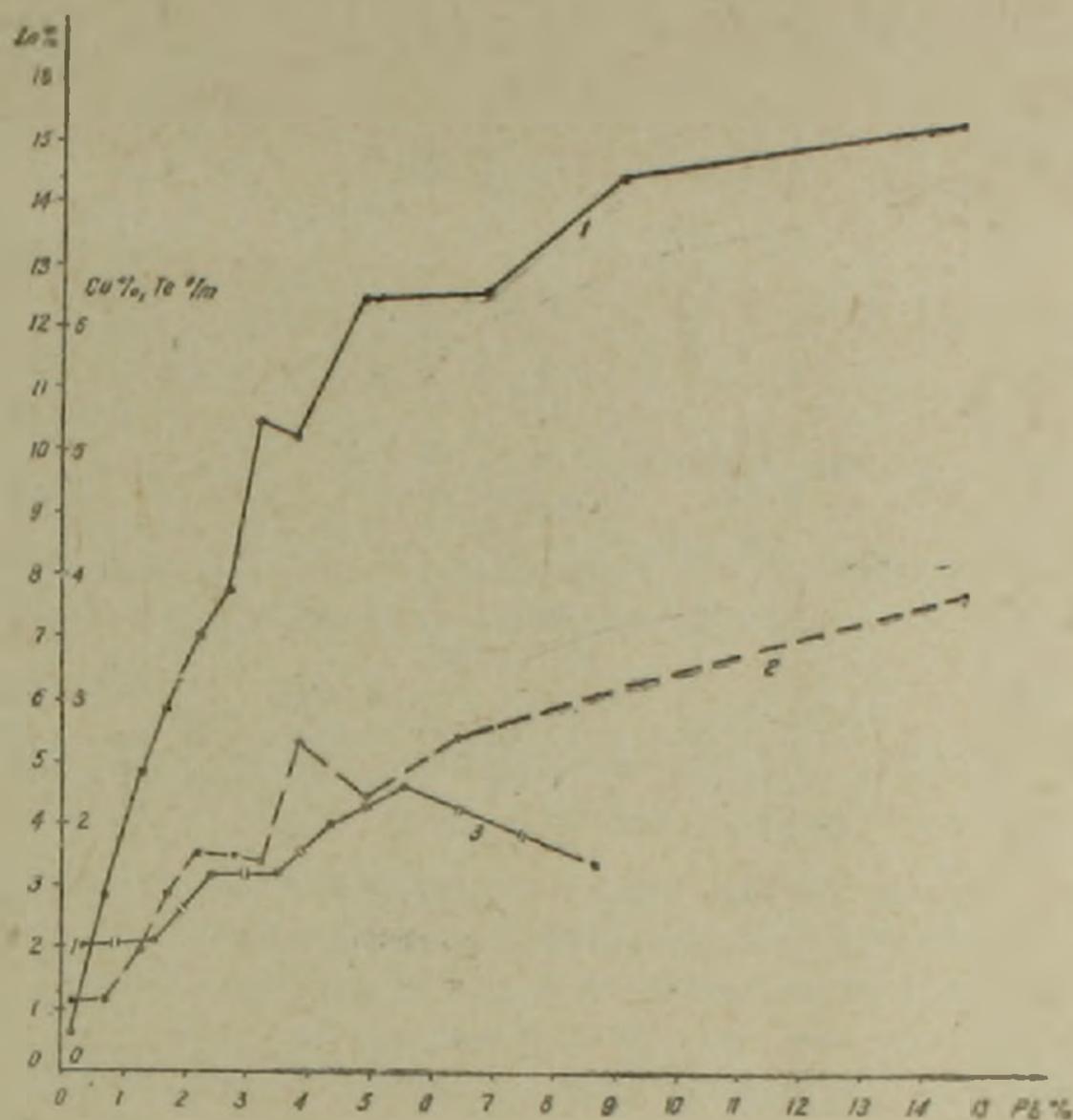
Зависимости содержаний главных рудообразующих элементов

По принципу вариационной статистики составлены кривые зависимости содержаний Zn от Pb и Cu от Pb. Как видно из приведенной диаграммы (фиг. 1) зависимости содержаний этих компонентов друг от друга выражены в виде кривых. Несмотря на несколько случаев отклонения, в общем устанавливаются положительные корреляционные связи содержаний этих компонентов, т. е. увеличение или уменьшение концентрации одного компонента в определенной степени связано с соответствующим изменением концентраций остальных двух компонентов.

Положительные корреляционные связи содержаний указанных главных компонентов объясняется специализацией рудообразующих гидротермальных растворов с точки зрения их первичной обогащенности этими компонентами, преобладанием руд полиметаллической стадии и сла-

бой дифференциацией гидротермальных рудообразующих растворов в горизонтальном и вертикальном направлениях.

На приведенной диаграмме отмечается изменение углового коэффициента кривых на разных их отрезках, а также случаи обратной зависи-



Фиг. 1. Кривые зависимости содержаний: 1. Zn от Pb (434); 2. Си от Pb (424); 3. Те от Pb (104).

Примечание: Заключенные в скобки цифры указывают число проб, на основании которых составлены эти кривые.

мости концентраций указанных компонентов, которые связаны со сменой полиметаллической минерализации в целом, существенно свинцовой, цинковой или же медной.

Зависимости содержаний акцессорных и главных рудообразующих элементов

Руды исследуемого месторождения характеризуются наличием целого ряда ценных акцессорных элементов, содержания которых находятся в сложной зависимости как с главными рудообразующими компонентами, так и друг с другом. Методом вариационной статистики изучены зависимости содержаний следующих элементов: Ag—Pb, Ag—Cu, Те—Pb, Ge—Zn.

Каждая из перечисленных пар элементов, характеризуется определенной корреляционной зависимостью, отличной от других и связанной с геохимическими особенностями указанных элементов в процессе рудообразования.

Как видно из приведенной диаграммы (фиг. 2), содержания серебра и свинца, находятся в положительной корреляционной зависимости друг с другом и выражаются в виде кривой, проходящей в диагональном

Таблица 1

Минералы	Стадии минерализации	Содержание элементов 1,2					
		Au г/т [‰]	Ag г/т [‰]	Te ‰	Se ‰	Ge ‰	Ag: Au
Пирит	I	2,0	5,49	—	—	(не обн.)	2,75
	II	не обн.	7,80	0,028	0,0080	(не обн.)	>7,8
	III	следы	15,0	—	—	(не обн.)	>15,0
	IV	3,37	297,5	0,005	0,0040	(не обн.)	88,3
	V	0,25	29,1	0,0171	0,0044	0,00130	116,4
Сфалерит	III	следы	23,4	0,0075	0,0045	0,00013	>23,4
	IV	4,55	31,5	0,0080	0,0020	0,0012	8,7
	V	(0,0020)	112,8	—	—	0,0029	5,6
	VI	—	(0,0003)	—	—	(0,001)	—
Блеклая руда 3	III	(0,0010)	(0,30)	0,0140	0,0045	0,0030	300,0
	IV	—	(0,3—10)	0,011	0,010	0,0018	—
Галенит	III	1,25	230,0	0,035	0,0035	0,00014	224,0
	IV	—	(0,1—10)	—	—	(0,0006)	—
Борнит	IV	242,5	16095,1	0,0164	0,0032	0,0023	16,3
Штроейерит	IV	(0,0020)	(>10)	0,088	0,014	(0,0025)	25000,0
Барит	V	0,24	9,02	не обн.	не обн.	(0,00002)	37,6

1. Химические (на Se, Ge, Te) и спектральные анализы выполнены в лабораториях ИГН АН Армянской ССР. Пробирные анализы на Au и Ag произведены в лабораториях Алавердского меднохимического комбината и НИГМИ.

3. В скобки заключены данные спектральных анализов.

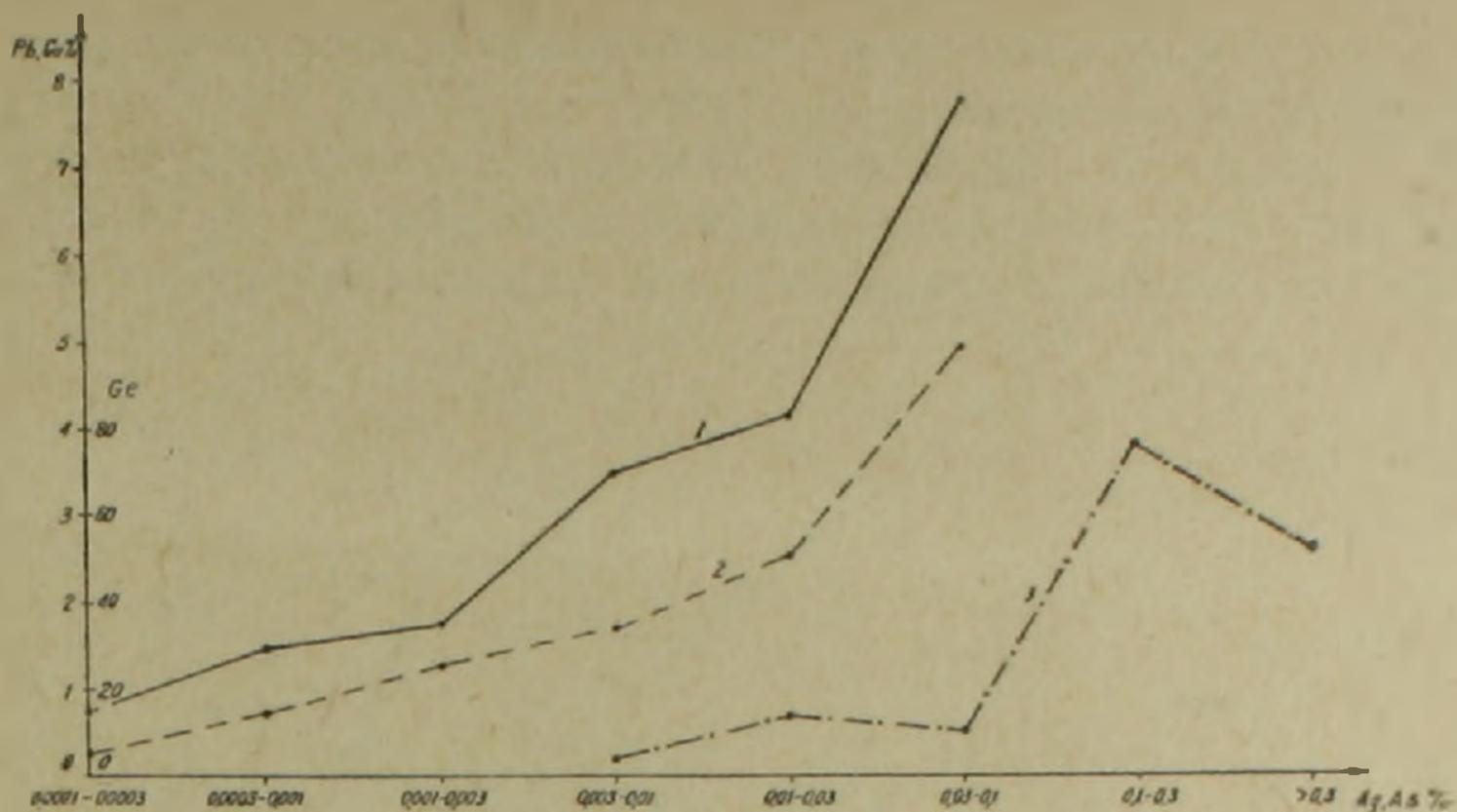
4. Концентраты, где блеклая руда составляет 10—30% массы.

направлении. Следует, однако, оговориться, что указанная корреляционная зависимость имеет место лишь в случае ограниченных содержаний серебра, связанных с ограниченностью изоморфизма серебра в галените*. В борнит-теннантитовых рудах такой корреляционной связи не обнаруживается.

Кривая зависимости содержаний серебра и меди, как и в предыдущем примере, также указывает на наличие положительной корреляционной связи, причем содержание серебра, коррелируемое с медью, значительно выше установленного в главном сульфиде меди — халькопирите. Положительные корреляционные связи в этих случаях могут быть вызваны с одной стороны присутствием блеклой руды, в которой серебро отмечается в значительных количествах (0,05—0,3%), и с другой стороны положительной взаимосвязью содержаний меди и свинца.

Положительная корреляционная зависимость содержаний Te и Pb устанавливается при низких содержаниях последнего и переходит в отрицательную при высоких содержаниях (фиг. 1).

* Содержание Ag в монominеральном галените полиметаллической стадии доходит до 312,5 г/т. Галенит из борнит-теннантитовой ассоциации содержит больше Ag (0,1—10‰), но в этом случае в полях галенита часто устанавливаются собственные минералы серебра.

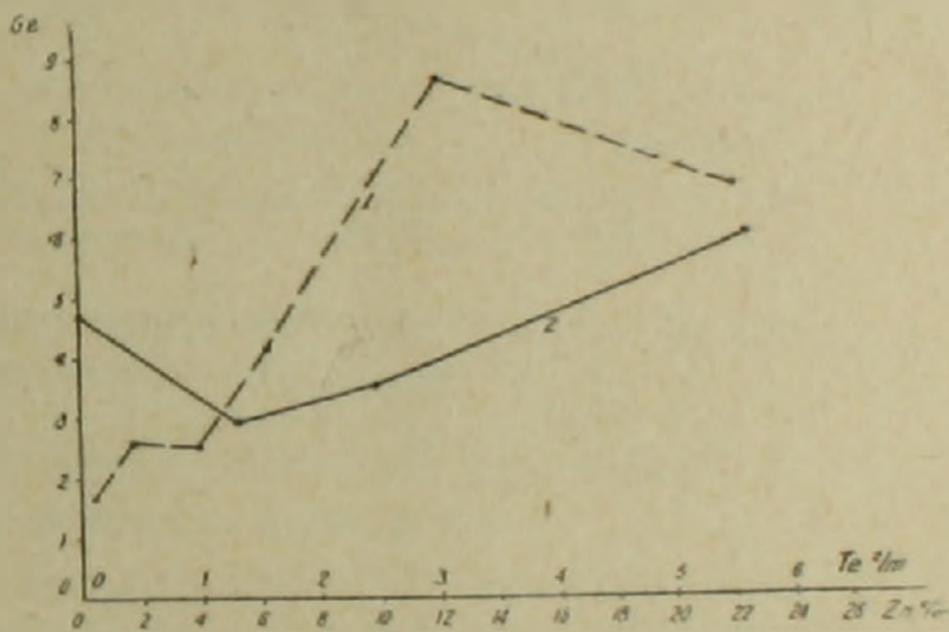


Фиг. 2. Кривые зависимости содержаний: 1. Pb—Ag (105); 2. Cu—Ag (104); 3. Ge—As (50) — для борнитовых руд.

Таким же образом выражена зависимость содержаний Ge и Zn (фиг. 3). В сульфиде цинка возможен изоморфизм между Zn и Ge, в связи с близкими ионными радиусами обоих элементов в двухвалентном состоянии (ионные радиусы: $Zn^{2+} = 0,83$; $Ge^{2+} \sim 0,80 \text{ \AA}$), чем и объясняется значительная концентрация германия в сфалерите исследуемых руд.

Наличие отрезков кривой с отрицательной корреляционной связью между содержанием этих двух элементов указывает на то, что в рудах

только некоторая часть германия кристаллохимически связана со сфалеритом. Нарушение положительных корреляционных связей содержаний Ge и Zn связано с присутствием блеклой руды, в которой отмечено значительно больше германия, чем в сфалерите, а также руд борнит-теннантитовой ассоциации.



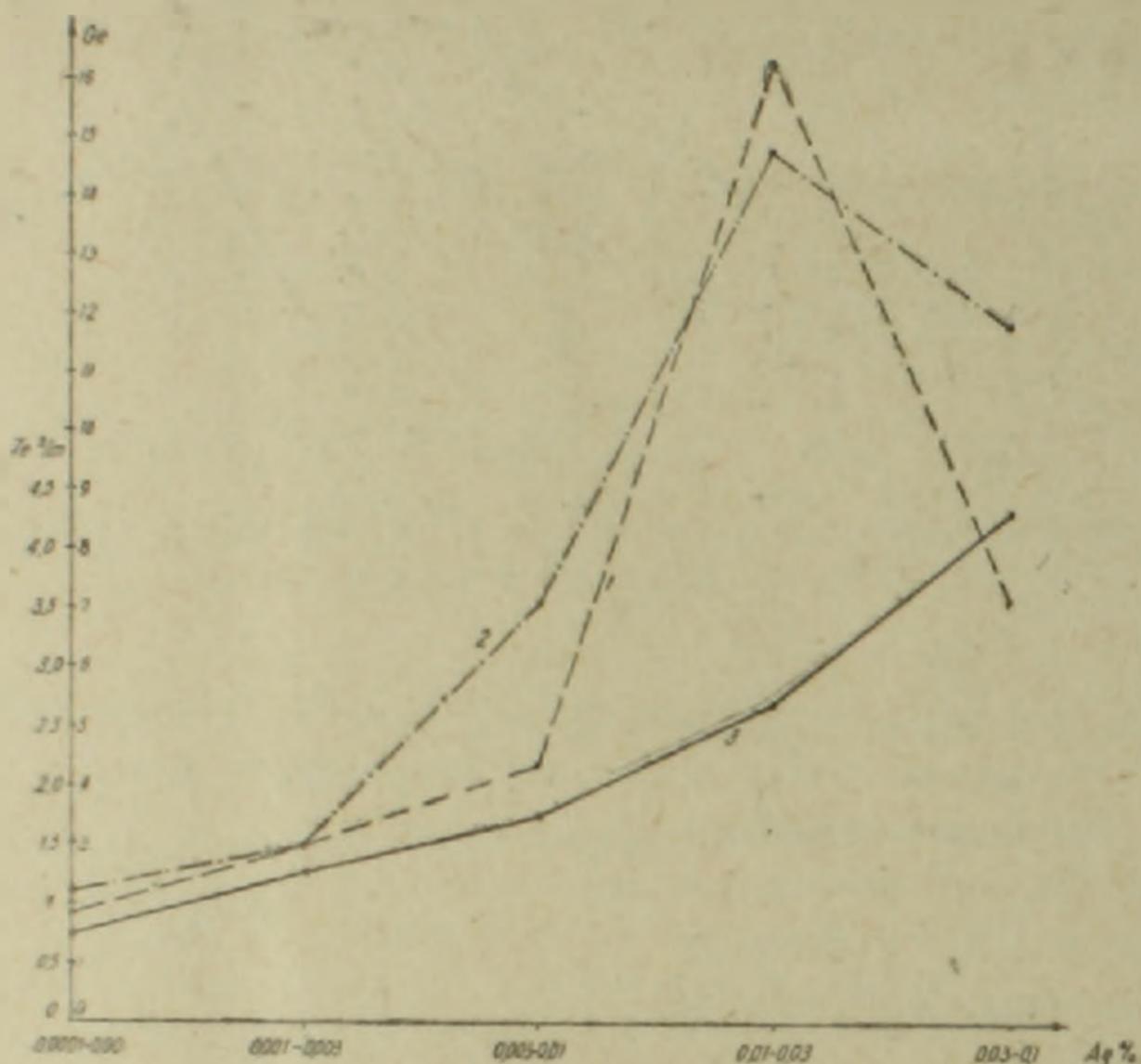
Фиг. 3. Кривые зависимости содержаний: 1. Ge от Zn (105); 2. Ge от Te (109).

Зависимость содержаний между акцессорными элементами

Из вышесказанного вытекает, что содержания акцессорных элементов в рудах контролируются, главным образом, концентрацией основных рудообразующих компонентов, что в определенной степени отража-

ется и на корреляционные связи между содержаниями самих акцессорных элементов.

Содержания Ge и Ag, Ge и Te, Te и Ag в большинстве случаев находятся в положительной корреляционной связи (фиг. 3 и 4). Имеющиеся отклонения вызваны, очевидно, с одной стороны присутствием в рудах



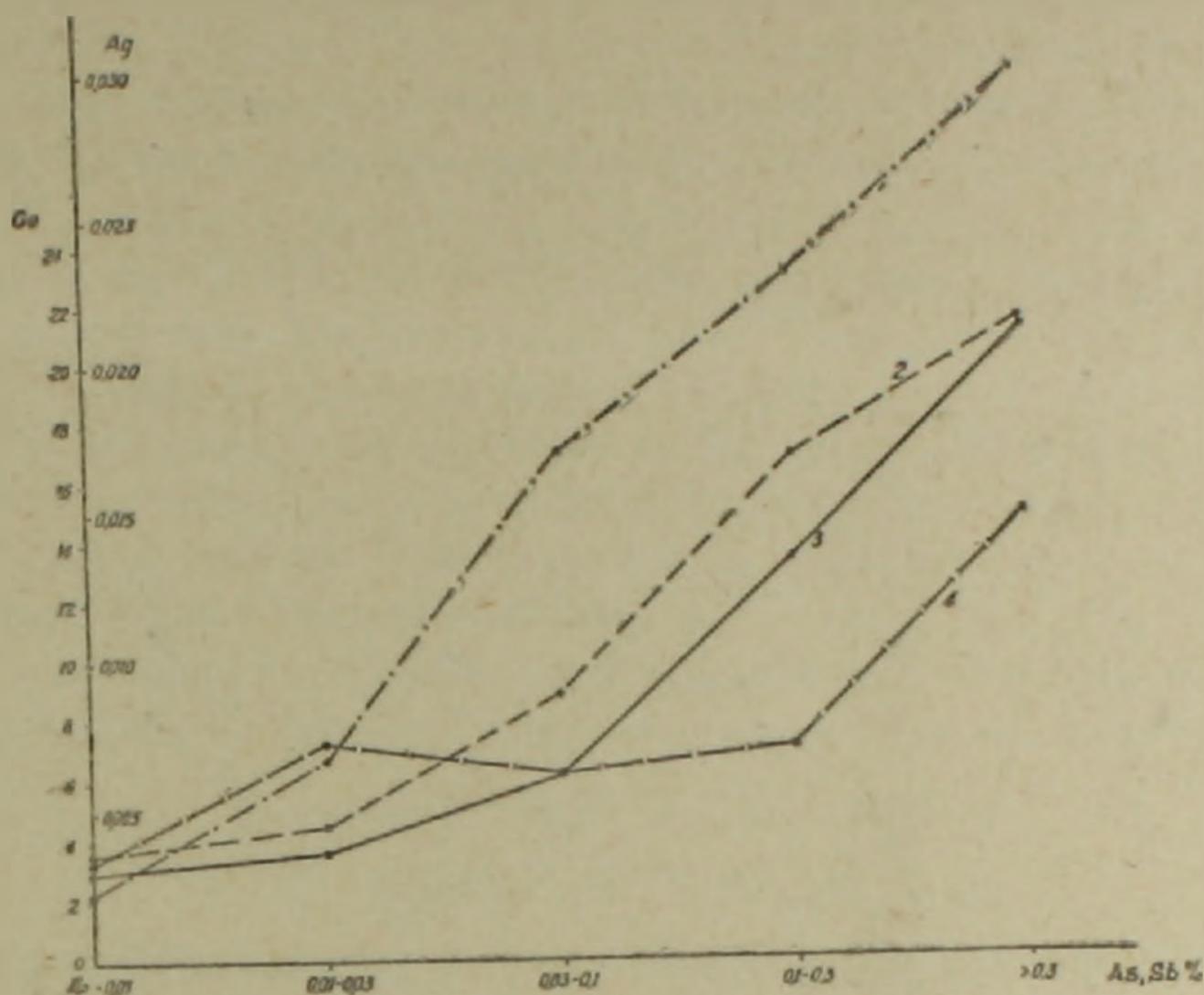
Фиг. 4. Кривые зависимости содержания: 1. Ge от Ag (109) — Ge: определен количественным спектральным способом в сборных и рядовых пробах. 2. Ge от Ag (93) — содержания германия по данным полуквантитативных спектральных анализов штучных проб. 3. Te от Ag (109).

иногда их собственных минералов в различных количественных соотношениях и с другой стороны несколько различием их поведений в гидротермальном процессе. Так, серебро накапливается преимущественно в наиболее поздних минералах (блеклая руда, галенит), германий — в промежуточных по времени образования (сфалерит, халькопирит) и в поздних (блеклая руда). Для теллура, в исследуемых рудах, такие тенденции проявляются в меньшей степени.

Указанные различия в поведении Ge, Ag и Te отражаются на корреляционных связях, однако, гораздо слабее, чем можно было ожидать. Это обусловлено наличием в рудах определенных положительных корреляционных связей между содержаниями главных рудообразующих компонентов.

Содержание германия находится в положительной корреляционной зависимости от содержания мышьяка (фиг. 5), что связано с геохимическим родством этих элементов, приводящим к накоплению германия в блеклой руде. Однако эта зависимость представлена в несколько ином

виде в борнитовых рудах (фиг. 2). Здесь резко меняется отношение $As:Ge$ и далее отмечается частое нарушение положительных связей.



Фиг. 5 Кривые зависимости содержаний: 1. Ag от Sb (202); 2. Ag от As (202); 3. Ge от As (193) — содержание Ge по данным количественных спектральных анализов; 4. Ge от As (93) — содержание Ge по данным полуколичественных спектральных анализов.

Тесные корреляционные связи германия с составными компонентами сульфидных минералов являются признаком преобладания его халькофильных свойств над сидерофильными и литофильными в гидротермальном процессе минерализации.

Положительные взаимосвязи содержаний отмечаются для Ag и Sb, Ag и As (фиг. 5). Последние обусловлены сходными их поведениями в гидротермальных процессах. Низкие значения энергетических показателей иона Ag^{1+} и комплексных анионов типа $[Sb_2S_4]^-$ и $[As_2S_4]^{2-}$ (эки: $Ag^{1+} = 0,60$; $[Sb_2S_4]^{2-}$ и $[As_2S_4]^{2-} = 0,7-0,8$) определяют их совместное накопление в поздних и относительно низкотемпературных продуктах гидротермальных растворов* (например, в блеклой руде).

Заслуживает внимания также зависимость содержания серебра и сурьмы в мономинеральном галените и в свинцовых концентратах**

* Помимо вышеуказанных комплексных анионов, амфотерные As и Sb в гидротермальных процессах могут выступать также в виде простых ионов (аниона или катиона), которые характеризуются несравненно большими эками, чем их комплексные анионы и могут поэтому отлагаться также и в более высокотемпературной области (например некоторые арсениды), тем самым их поведение в этих условиях значительно отличается от поведения серебра.

** Положительные корреляционные связи между содержаниями серебра и сурьмы в галенитах, как показывают исследования автора, имеют более общее значение и отмеча-

(фиг. 6). Известно, что галенит является минералом—носителем не только серебра, но и ряда других ценных халькофильных элементов-примесей и поэтому установление их формы нахождения в галените является важным вопросом.

Исследования показывают, что в чистом галените серебро, как составная часть решетки, может присутствовать лишь в ограниченном ко-



Фиг. 6. Зависимость содержания серебра от содержаний сурьмы в галенитах (№№ 1—5, по данным спектральных анализов) и свинцовых концентратах (№№ 6—18; Ag по данным пробирных, Sb — химических анализов).

личестве, что зависит от температуры образования галенита и др. факторов. Ниссен и Гойт [8] экспериментально установили растворимость 0,6% Ag_2S и PbS при 800°C . Рамдор [9] на основании исследований многочисленных природных образцов дает более низкое значение растворимости—0,1% для высокотемпературных и 0,01% для низкотемпературных галенитов. Ограниченная растворимость Ag_2S в PbS экспериментально подтверждена также Вен Гуком [10], который наряду с этим показал, что в присутствии висмута предел растворимости Ag_2S в PbS значительно расширяется.

Если считать, что замещение свинца серебром сопровождается понижением энергии решетки галенита (эки: Ag^{1+} —0,60; Pb^{2+} —1,65), становится очевидным, что это замещение может совершаться только лишь в ограниченных пределах. Следует отметить, что в значительной степени отличаются также величины параметров решетки кубического Ag_2S ($a_0=4,89$) и галенита ($a_0=5,936$).

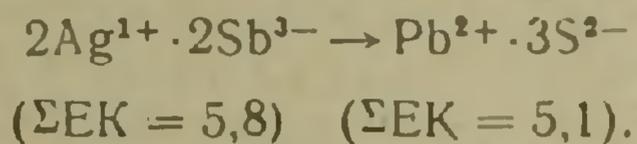
Естественно, что предел растворимости серебра в галените может значительно расширяться при внесении в решетку галенита наряду с серебром дополнительных ионов с большими эками (ионы Bi или Sb).

ются для руд различных формаций АрмССР. В галенитах из полиметаллических руд, приуроченных к медно-молибденовым рудным полям, помимо этого, наблюдается также аналогичная зависимость между содержаниями серебра и висмута.

Это комплексное замещение элементов происходит с увеличением энергии решетки и поэтому охватывает большой предел.

Роль висмута при таком замещении подробно исследована Рамдором [9] и Вен Гуком [10]. В случае присутствия сурьмы возможно замещение PbS высокотемпературным псевдокубическим миаргиритом — AgSbS_2 и арамайонитом — $\text{Ag}(\text{Sb}, \text{Bi})\text{S}_2$, которые характеризуются очень близкими к галениту параметрами решетки (для миаргирита $a_0 = 5,829$, $b_0 = 5,829$; $c_0 = 5,482$; для арамайонита $a_0 = 5,68$; $b_0 = 5,68$; $c_0 = 5,631$). Электростатическое равновесие при таком замещении достигается, очевидно, по схеме $\text{Ag}^{1+} + \text{Sb}^{3+} (\text{Bi}^{3+}) \rightarrow 2\text{Pb}^{2+}$. Следует отметить, что это замещение может происходить лишь при высоких температурах, поскольку указанные выше соединения при низких температурах претерпевают полиморфные превращения в моноклинную (миаргирит) и триклинную (арамайонит) модификации.

Представляется возможным также замещение свинца серебром и одновременное вхождение сурьмы в анионную часть галенита по схеме:



Хотя это замещение энергетически выгодно, однако может совершаться в ограниченных пределах и при высоких температурах, так как ионные радиусы Sb^{3-} ($2,10 \text{ \AA}$) и S^{2-} ($1,74 \text{ \AA}$) несколько различные.

Помимо изоморфных форм, часть серебра в галените связана с блеклой рудой, мелкие бесформенные и каплевидные включения которой довольно часто отмечаются под микроскопом в полях галенита.

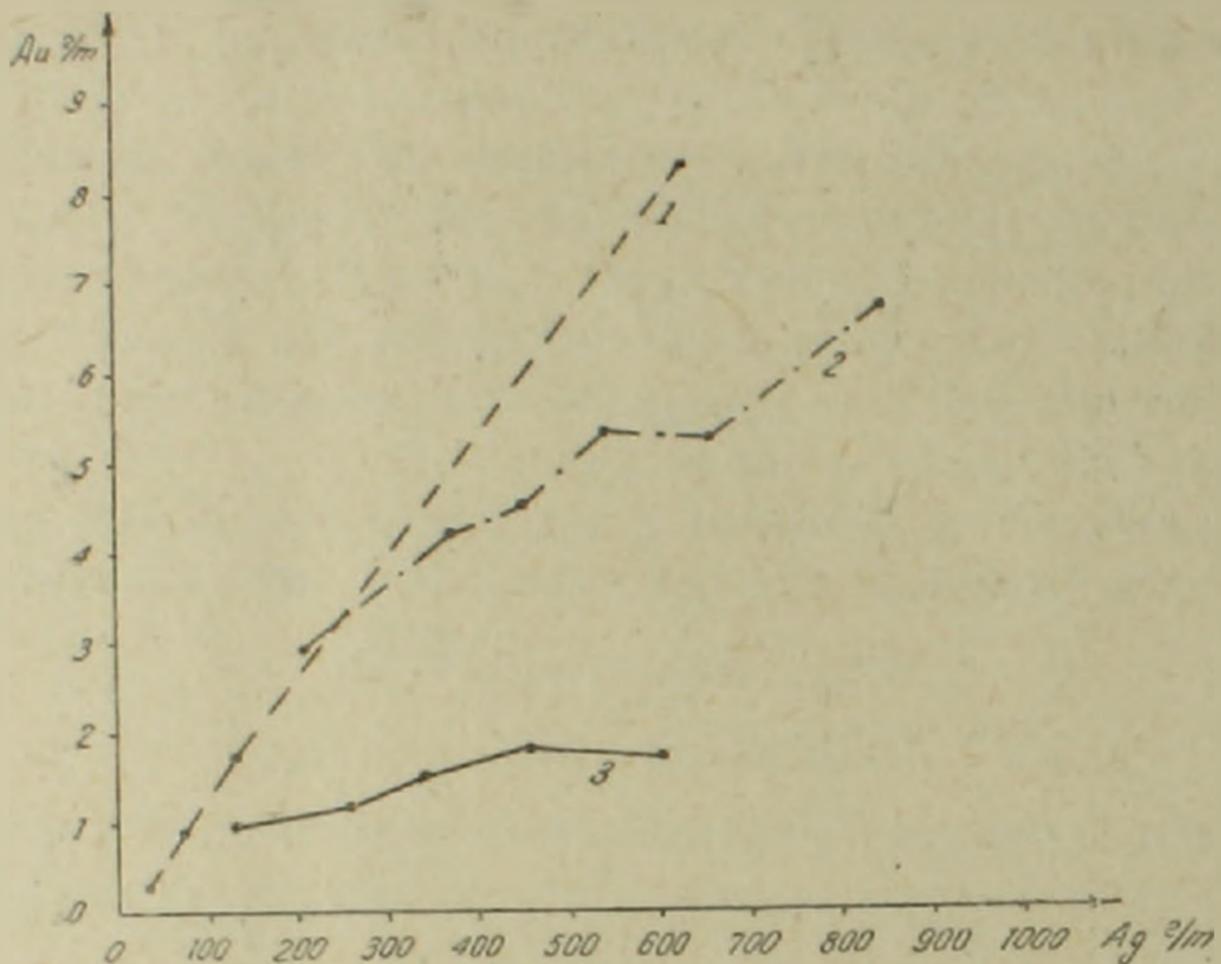
Вышеприведенными обстоятельствами очевидно объясняются тесные положительные корреляционные связи между содержаниями Ag и Sb в галените и свинцовых концентратах, а также довольно узкие пределы вариации отношений их содержаний.

Зависимости содержаний золота и серебра изучены в рядовых рудах, медных и свинцовых концентратах*. Содержание этих элементов, как видно из приведенной диаграммы (фиг. 7), во всех случаях находятся в положительной зависимости друг от друга.

Зависимость содержания Au и Ag в рудах выражается прямой линией, что является признаком высокой степени корреляционной связи. В медных и свинцовых концентратах она выражается в виде кривых, проходящих на разных уровнях от оси абсцисс. Это связано с разностью отношений Ag: Au в свинцовых (в среднем = 250) и в медных (= 110) концентратах. Интересно, что медные концентраты обогатительной фабрики обычно содержат больше серебра (в среднем 550 г/т), чем свинцовые (в среднем 370 г/т). Как показывают микроскопические исследования, это обусловлено переходом, при обогащении, в медный концентрат

* Кривые зависимости содержаний Au и Ag составлены на основании пробирных анализов (данные рудника).

серебросодержащей блеклой руды, которая, как отмечено выше, содержит большое количество серебра (и золота), чем галенит и халькопирит. Помимо этого, возможен переход в медный концентрат и минералов борнит-теннантитовой ассоциации, где содержание серебра достигает нескольких процентов.



Фиг. 7. Кривые зависимости содержания Au от содержания Ag: 1. в рудах (37); 2. в медных концентратах (56); 3. в свинцовых концентратах (71).

Любопытно, что положительные корреляционные связи между содержаниями серебра и золота устанавливаются в том случае, когда эти два элемента выступают в резко различных формах.

Золото в исследуемых рудах встречается в основном в виде самородных частиц, обнаруживаемых под микроскопом даже при его очень низких содержаниях (несколько г/т). Серебро химически тесно связано с сульфидами (блеклая руда, галенит, халькопирит и др.) и в меньшей степени с собственными минералами (штроейерит, аргентит, ялпаит и др.), которые обнаруживаются под микроскопом при довольно высоких содержаниях серебра*.

Наличие положительных корреляционных связей содержаний этих элементов в исследуемых рудах объясняется сходностью их поведений

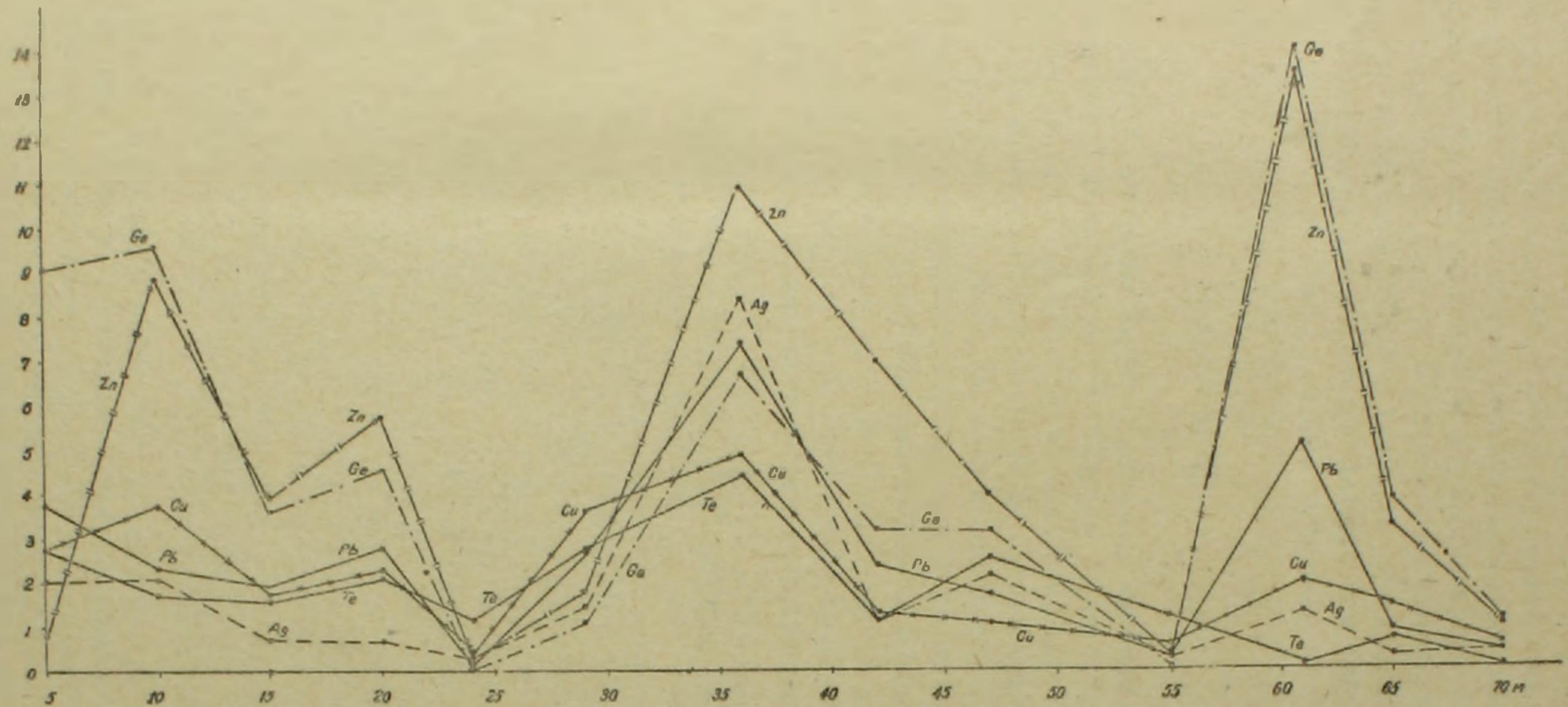
* Те содержания, при которых возможно обнаружить в тех или иных сульфидах собственные минералы серебра или же минералы-носители, зависят от свойств решеток сульфидных минералов, температуры их образования, а также от парагенезиса элементов. В ряду пирит, сфалерит, халькопирит, галенит и блеклая руда наблюдается заметное возрастание содержания серебра. В этом ряду каждый правостоящий минерал при определенных условиях может являться минералом-носителем серебра для левостоящего. В полях пирита и сфалерита обычно носители обнаруживаются при его содержании меньше 0,001%, в халькопирите—0,005%, в галените—0,01%, в блеклой руде исследуемого месторождения—0,3—1,0% и т. д.

в гидротермальных процессах, в результате чего обогащенные серебром участки руд в определенной степени обогащены также золотом. Характерной особенностью в поведении обоих этих элементов является общее возрастание их содержаний в рудах более поздних стадий минерализации. Однако в направлении развития рудного процесса тенденции накопления в поздних образованиях у золота проявлены несколько слабее, чем у серебра и выражаются в общем возрастании серебряно-золотого отношения от ранних к поздним сульфидам (табл. 1).

В ы в о д ы

Наиболее важным выводом, который вытекает из анализа вышеизложенного фактического материала—это взаимосвязь концентраций рудообразующих компонентов и согласованность их изменения, т. е. наличие в исследуемых рудах определенных положительных корреляционных связей между содержаниями главных, главных и акцессорных, а также между содержаниями акцессорных рудообразующих компонентов. Все это в совокупности, очевидно, вызвано специализацией рудоносных растворов с точки зрения их первичной обогащенности указанными элементами в определенных количественных соотношениях: слабо выраженной зональностью размещения разных типов руд в вертикальном и горизонтальном направлениях; преобладанием руд полиметаллической стадии минерализации; специфическими условиями рудообразования (быстрое падение температуры и давления); геохимическим полем ряда химических элементов, обуславливающим их сходные поведения в гидротермальном процессе и приводящим к совместному их накоплению. Эта взаимосвязанность концентраций рудообразующих компонентов наглядно представлена также на приведенной диаграмме вариации содержаний элементов (фиг. 8). Здесь содержания участвующих в диаграмме главных (Pb, Zn, Cu) и акцессорных (Ag, Te, Ge) компонентов за исключением нескольких случаев, находятся в положительной корреляционной зависимости друг с другом, что выразится в совпадении минимумов и максимумов вариационных кривых содержаний этих элементов.

Из вышеизложенного вытекает, что концентрации акцессорных элементов в исследуемых рудах контролируются главным образом содержанием основных рудообразующих компонентов и находятся в различных корреляционных взаимосвязях друг с другом. Содержание элементов Ag—Pb, Ag—Sb, Ge—As, Au—Ag характеризуются более высокой степенью положительных корреляционных связей, чем содержания Ge—Zn, Te—Pb, Ge—Te, Ge—Ag. Особенности корреляционных связей перечисленных элементов рассматривались выше и наглядно иллюстрированы на приведенных диаграммах. Здесь только необходимо отметить, что степень положительности корреляционных связей между содержаниями указанных элементов находится в функциональной зависимости от их физико-химических свойств, причем наиболее вы-



Фиг. 8. Вариационные кривые содержаний Pb, Cu, Zn, Ag, Ge и Te по штр. №№ 12 и 4, гор. + 24, шт. № 16.
 Примечание. Каждое деление оси ординат означает для Pb, Cu и Zn—1%; Te—1 г/т; Ag—0,01%; Ge—усл. ед.

сокая степень корреляционных связей отмечается у элементов, характеризующихся близкими кристалло-химическими свойствами (Ag—Pb, Ge—As, отчасти Ge—Zn) и сходными геохимическими поведениями в процессе рудообразования (Ag—Sb, Au—Ag, отчасти Ge—Ag и Te—Ag).

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 21.V. 1962.

Վ. Հ. ՊԱՐՈՆԻՒՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ-Ի ԲԱԶՄԱՄԵՏԱՂԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻՑ ՄԵԿՈՒՄ ՀԱՆՔ ԱՌԱՋԱՅՆՈՂ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԷԼԵՄԵՆՏՆԵՐԻ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՀԱՐԱՔԵՐԱԿՑԱԿԱՆ ԿԱՊԵՐԻ ՀԱՐՑԻ ՇՈՒՐՋԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Ուսումնասիրվող հանքավայրի երկրաբանական կառուցվածքում մասնակցում են կվարցային պորֆիրիտները, որոնք ծածկվում են պորֆիրիտներով, տուֆերով և տուֆոբեկչիաներով և ապա տուֆոգեն նստվածքային տիպի ապարների մի սերիայով:

Հանքային մարմինները ներկայացված են ոսպնյակներով, բներով և երակիկա-ցանային տիպի հանքայնացված զոնաներով, որոնք տեղադրված են կվարցային պորֆիրիտների մեջ և հարում են նրանց և պորֆիրիտների կոնտակտային տեղամասերին: Հիպոգեն հանքանյութերի միներալային կազմում մասնակցում են՝ սֆալերիտ, գալենիտ, խալկոպիրիտ, տեննանտիտ-տետրաէդրիտ, բորնիտ, խալկոզին, մարկազիտ, կասսիտերիտ, բնածին ոսկի, արգենտիտ և բետեխտինիտ: Հեղինակի կողմից հայտնաբերվել են նաև միլլերիտ, շտորմեյերիտ, յալուաիտ, ստեֆանիտ, պոլիբադիտ, բնածին արծաթ և էլեկտրում: Երակային միներալներ են հանդիսանում կվարցը, բարիտը, կաոլինիտը, կարբոնատները և, շատ հազվադեպ, գիպսը:

Հանքանյութերը կազմող քիմիական էլեմենտների հարաբերակցական կապերի ուսումնասիրությունները կատարվել են վարիացիոն ստատիստիկ եղանակով, որն ուղեկցվել է միներալոգիական, գեոքիմիական և այլն ուսումնասիրության մեթոդներով: Այդ նպատակով այստեղ օգտագործվել են հանքանյութերի շարքային նմուշների, հանքային կոնցենտրատների, ինչպես նաև մոնոմիներալ նմուշների բազմաթիվ քիմիական, քանակական և կիսաքանակական սպեկտրալ անալիզների տվյալները:

Ամենակարևոր եզրակացությունը, որը բխում է վերը շարադրված փաստական տվյալների վերլուծությունից, դա տվյալ հանքավայրի հանքանյութերը կազմող քիմիական էլեմենտների պարունակությունների փոխադարձ կապն ու պայմանավորվածությունն է: Հանքառաջացնող կոմպոնենտների պարունակությունները մեծ մասամբ միմյանց նկատմամբ գտնվում են ուղղակի, դրական հարաբերակցական կապերի մեջ, որոնք էլեմենտների տարբեր զույգերի համար արտահայտվում են տարբեր տեսքի մեծ մասամբ վերընթաց կորերով: Նշված կապերը բնորոշ են ինչպես հանքանյութերը կազմող գլխավոր (Pb, Cu, Zn), այնպես էլ ակցեսոր էլեմենտներին (Ag, Au, Ge,

Te); Այդ հավանաբար պայմանավորված է հանքառաջացնող լուծույթների մասնագիտացմամբ, այսինքն նրանցում վերը նշված էլեմենտների սկզբնական առկայությամբ՝ որոշակի քանակական հարաբերություններով, տարբեր տիպի հանքանյութերի շատ թույլ կերպով արտահայտված զոնալ տեղադրմամբ, որոշ էլեմենտների գեոքիմիական նման առանձնահատկություններով, որը հանգեցնում է նրանց միատեղ և միաժամանակյա կուտակմանը:

Հոդվածում շարադրվածից բխում է նաև, որ աղցեսոբ էլեմենտների հանքանյութերում կուտակման աստիճանը հիմնականում պայմանավորված է գլխավոր հանքառաջացնող էլեմենտների պարունակություններով և որ աղցեսոբ էլեմենտները գտնվում են տարբեր հարաբերակցական կապերի մեջ ինչպես միմյանց, այնպես էլ գլխավոր էլեմենտների նկատմամբ: Նշվում են էլեմենտներ, որոնց պարունակությունները միմյանց նկատմամբ դրսևորվում են բարձր աստիճանի հարաբերակցական կապերի մեջ (Ag—Pb, Ag—Sb, Ge—As, Au—Ag) և էլեմենտներ, որոնց պարունակությունների հարաբերակցական կապերը արտահայտվում են դրականության համեմատաբար ավելի ցածր աստիճանով (Ge—Zn, Te—Pb, Ge—Te, Ge—Ag): Այդ կապերի մանրամասն շարադրանքը բերված է հոդվածում: Անհրաժեշտ է այստեղ նշել, որ հարաբերակցական կապերի դրականության աստիճանը գտնվում է ֆունկցիոնալ կախման մեջ այդ էլեմենտների գեոքիմիական առանձնահատկություններից, ընդ որում ամենաբարձր աստիճանի հարաբերակցական կապեր նկատվում են այն էլեմենտների մոտ, որոնք բնորոշվում են նման կրիստալլոքիմիական հատկություններով (Ag—Pb, Ge—As, Ge—Zn), ինչպես նաև համանման վարքով հիդրոտերմալ հանքառաջացնող պրոցեսներում (Ag—Sb, Au—Ag, մասամբ Ge—Ag և Te—Ag):

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Гинзбург И. И. Опыт разработки теоретических основ геохимических методов поисков. Госгеолтехиздат, М., 1957.
2. Гоганов В. А., Кропачев А. М. Применение корреляционного анализа при решении некоторых геохимических вопросов на примере молибденового месторождения в Восточном Забайкалье. «Геохимия», № 2, 1962.
3. Литвинович А. Н. Методика изучения редких рассеянных элементов в полиметаллических рудах. Изд. АН Казахской ССР, Алма-Ата, 1961.
4. Магакьян И. Г., Мкртчян С. С. Взаимосвязь структуры, магматизма и металлогении на примере Малого Кавказа. Изв. АН АрмССР, № 4, 1957.
5. Ферсман А. Е. Избранные труды. Т. V. Изд. АН СССР, М., 1959.
6. Хачатурян Э. А., Коджоян А. А. Об обнаружении реньерита на одном из полиметаллических месторождений АрмССР, Изв. АН АрмССР, № 3—4, 1960.
7. Goldschmidt V. M. Geochemistry. Oxford. Univ. press, 1954.
8. Nissen A. P. and Hoyt S. L. On the occurrences of silver in argentiferous galena ores. Econ. Geol., v. 10, 1915.
9. Rämöhr P. Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. Akademie-Verlag, Berlin, 1955.
10. Van Hook H. I. The ternary system $Ag_2S-Bi_2S_3-PbS$. Econ. Geol., № 4, 1960.

М. В. ШАГИНЯН

К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ РЕК АРМЯНСКОЙ ССР

Максимальные расходы воды являются важным элементом половодья. Правильный и своевременный расчет и прогноз максимумов предупреждает ущерб при разливе рек, обеспечивает нормальную работу гидротехнических сооружений. В связи с широким освоением рек республики возникает острая необходимость в гидрологических прогнозах этого элемента. Поэтому вопрос изучения формирования максимальных расходов и предсказания их величины имеет большое практическое значение.

В настоящей статье проводятся основные закономерности формирования максимальных расходов и некоторые предпосылки для прогнозирования их величины. Для характеристики максимальных расходов воды нами использованы имеющиеся гидрометеорологические данные по ежедневному стоку в основных реках до 1960 г. включительно. Рассматривались в основном те реки, которые наиболее важны в хозяйственном отношении, а именно: Дебет с притоками Памбак и Дзорагет, Агстев, Ахурян, Касах, Раздан, Аракс, Вохчи, Воротан (фиг. 1).

Сток рек Армянской ССР в IV—VI образуется в основном в результате таяния накопившихся в горах запасов снега, а также выпадения жидких осадков за указанный период. Ввиду неравномерного хода температуры воздуха (неравномерного хода таяния снега в отдельных зонах бассейна) и осадков, гидрограф половодья представляет собой чередование отдельных волн различной высоты, накладывающихся на основное грунтовое питание. Пик наибольшей из этих волн принимался за максимальный расход половодья.

Для различного рода расчетов, а также разработки методики прогнозов стока максимальных расходов половодья важно знать не только какие источники питают реку в той или иной период года, но и в каком соотношении они участвуют в стоке, в частности при формировании максимальных расходов. Другими словами, важно знать количественную оценку величины стока.

Как указывалось выше, основными источниками питания максимальных расходов являются снежный покров и осадки. Поэтому необходимо в первую очередь оценить величины снеговой и дождевой состав-



Фиг. 1.

ляющих, которые могут быть определены несколькими способами: путем оценки источника питания по уравнениям водного баланса и баланса растворенных в воде веществ, по аналогии с другими реками, а также другими способами, которые, так или иначе, исходят из гидрографа стока.

Для определения характера формирования величины максимального расхода воды от преобладающего вида питания, каждая река рассматривалась в отдельности за каждый год. Был принят метод анализа гидрографа стока с помощью комплексных графиков ежедневных расходов воды каждого года. Этот способ в гидрологической практике применяется часто. Анализировался каждый максимальный расход в отдельности с учетом влияния на него температуры воздуха и количества жидких осадков.

Прделанный анализ в соответствии с особенностями климата, орографии и ряда других факторов позволяет приближенно выделить три типа максимальных расходов вод республики:

1. Снеговой максимум
2. Смешанный (снеговой и дождевой)
3. Дождевой.

В зависимости от высоты расположения бассейна над уровнем моря, климатических и других физико-географических факторов, преобладает тот или иной тип максимума.

К максимальным расходам от талых вод относились те максимумы, которые наблюдались в период интенсивного таяния, когда количество жидких осадков не превышало 5—10 мм. К смешанным максимальным расходам относились те расходы, которые наблюдались при выпадении жидких осадков порядка 20—30 мм в период одновременного таяния снежного покрова.

Выделение дождевых пиков производилось в период прекращения таяния снега или же при покрытости снегом не больше 10—15% площади бассейна и когда количество выпавших осадков составляло более 20—30 мм в среднем.

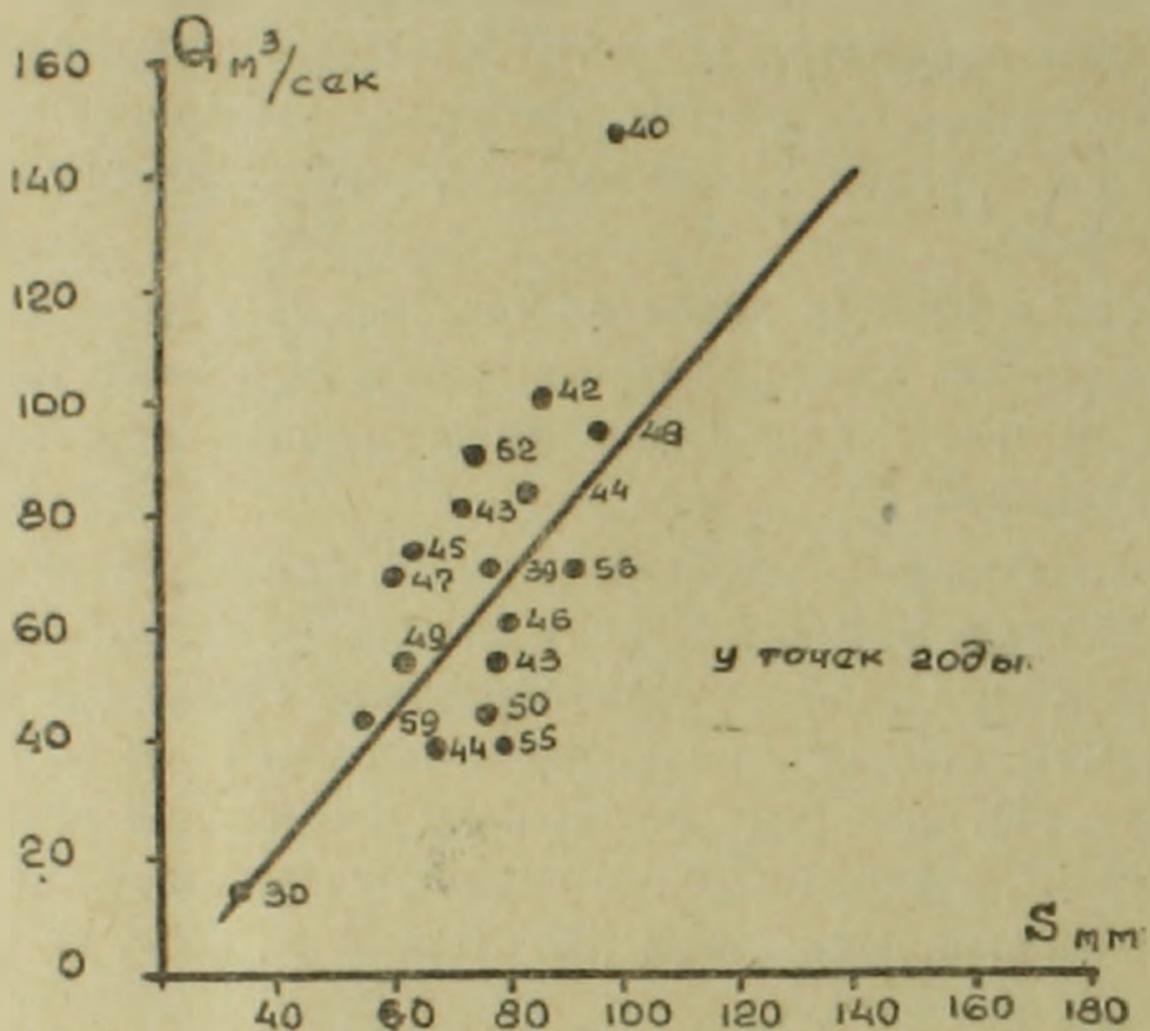
Снеговой максимум преобладает на *рр.* Аракс, Ахурян, в верховьях *рр.* Касах, Воротан, Вохчи, в реках бассейна оз. Севан: Варденис, Аргичи, Гаварагет и др. Основные стокообразующие площади этих рек (около 70—80% всей площади) находятся в пределах зон 1800—2600 м над уровнем моря. На ряде рек (Вохчи и др.), имеющих преимущественно снеговое питание, изредка наблюдались дождевые паводки, по величине намного превышающие снеговые (30/VIII—59 г.; табл. 1). Образовались они за счет паводков отдельных притоков, имеющих селеносный характер, особенно в своих нижних течениях. Такие случаи, на наш взгляд, не должны изменить основной характер реки. Поэтому в данном случае питание *р.* Вохчи считается преимущественно снеговым.

На фиг. 2 приведен пример связи максимальных расходов воды весеннего половодья и запасов воды в снеге в зоне 2200—2400 мм бассейна *р.* Ахурян, имеющего преимущественно снеговое питание. Связь удовлетворительная в практике гидрологических прогнозов; подобные зависимости применяются при составлении прогнозов максимального расхода воды.

Величины максимальных расходов, формирующихся от талых вод, в основном определяются запасами снега к началу половодья, продолжительностью и характером снеготаяния, его интенсивностью. При сравнительно одинаковых снегозапасах величина максимальных расходов зависит от характера снеготаяния. Влияют такие факторы, как влажность почвы, ее промерзаемость, рельеф бассейна, характер растительного покрова, а также форма бассейна, развитие гидрографической сети. Средние многолетние значения снеговой составляющей в годовом стоке определялись по данным о максимальных запасах воды в снежном покрове, вычисленных путем снегомерных съемок, а при отсутствии таковых — по данным осадкомеров, за холодный период.

Величина максимального расхода от снеготаяния находится в тесной связи с началом интенсивного таяния снега со значительным ростом температуры воздуха, обусловленным определенным синоптическим процессом.

Анализ показал, что интенсивное таяние и снеговые пики за многолетний период (1940, 42, 52) в рр. Ахурян, Касах, Раздан, Аракс и др. были связаны с синоптическими процессами, при которых осуществляет-



Фиг. 2. График связи максимальных расходов воды и запаса воды в зоне 2200—2400 м р. Ахурян у п. Капс. Q м³/сек — максимальный расход воды. S мм = запас воды в зоне 2200—2400 м.

ся вынос теплых масс воздуха с юга, юго-запада, иногда юго-востока. Во время таких адвекций тепла значительно повышаются среднесуточные температуры воздуха. Особенно высоких значений достигают максимальные температуры, которые обуславливают интенсивное таяние и прохождение максимальных расходов воды.

В этих случаях интервал времени от даты начала подъема до даты наступления максимального расхода составляет для рек севера, северо-востока—2—4, для остальных рек—3—6 дней. Примером этого являются максимумы в 1952 г. в р. Ахурян 6/IV, Касах—5/IV, Азат—7/IV, Веди—7/IV, Арпа—10/IV, Воротан—3/IV.

В указанных случаях индивидуальные особенности бассейна, обуславливающие формирование максимальных расходов от снеготаяния проявляются мало. Таким образом, интенсивность снеготаяния, обусловленная южными и юго-восточными вторжениями тепла в формировании максимальных расходов республики играет исключительно важную роль.

Величина наиболее высоких весенних максимумов от талых вод приводится в таблице 1.

частью эти паводки быстро проходят между сроками наблюдений и при отсутствии лимниграфа не фиксируются наблюдателями.

На остальной части территории республики доля дождевого стока значительно меньше. Сюда относятся притоки бассейнов *рр.* Аракс, Ахуриян, Раздан, Азат, Веди и др.

По данным А. Н. Важнова [3], процент дождевого стока северных районов Армянской ССР (притоки Куры) для лет средней дождливости колеблется от 14 до 37%, для рек средней и юго-восточной частей республики он колеблется в значительных пределах—8—10%, а для лет очень дождливых—от 13 до 33%. Модуль стока в годы средней дождливости колеблется для разных рек от 0,7 до 3,0 л/сек км², а для дождливых лет достигает 10 л/сек км² (Дзорагет).

На фиг. 4 представлена связь максимальных расходов воды одной из рек севера республики (*р.* Дзорагет), указывающая на существенное влияние жидких осадков на величину максимального расхода воды. Подобные связи в практике гидрологических прогнозов используются при составлении прогнозов максимальных расходов воды.

Величина максимального расхода, обусловленная дождевыми водами, зависит, в основном, от интенсивности, продолжительности дождя и площади, охваченной осадками. Существенное влияние оказывают местные факторы (рельеф, почва, грунты, залесенность, заболоченность, зарегулированность и т. д.).

При формировании максимальных расходов от дождей существенную роль играют осадки фронтального происхождения, связанные с циклоничностью, продолжительностью 2—4 дня, которые в основном связаны с двумя типами процессов: северо-западным и юго-западным.

Редко наблюдаются формирования максимальных расходов при процессах северо-восточном и южном (летом). Что касается осадков внутримассового происхождения, то они существенно не влияют на сток, так как обычно распределяются небольшими пятнами.

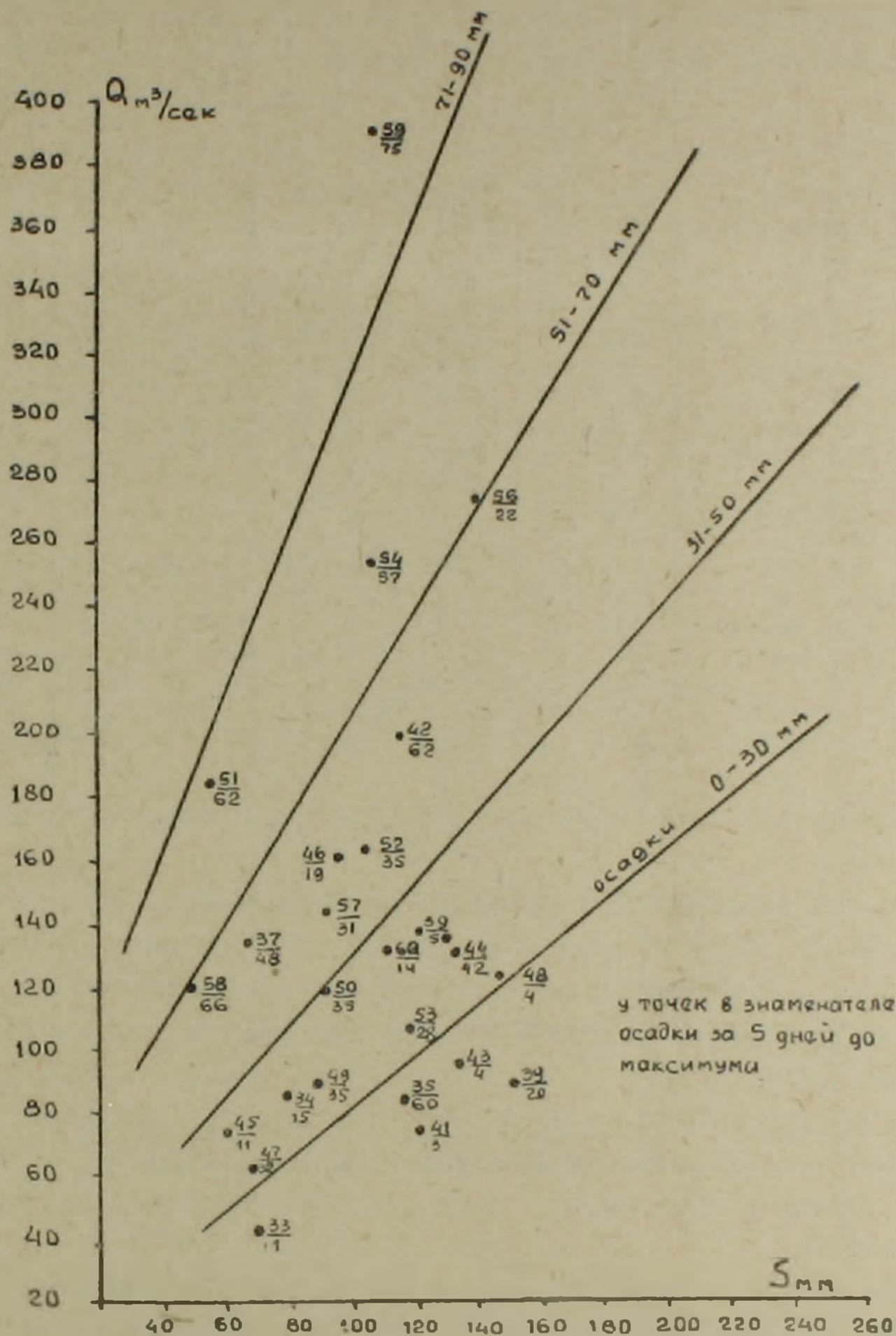
На некоторых селеносных реках Армянской ССР, как указывалось, образуются катастрофические паводки. К таким рекам относятся селевые потоки *рр.* Гедар, Гехи, рек Гюнейского побережья оз. Севан и др.

Паводки формируются, в основном, не в результате дождей местного характера, а от продолжительных, обложных серийных дождей.

Время прохождения максимальных расходов для рек Армянской ССР варьирует ввиду различия условий. На реках севера и северо-востока (Дзорагет, Агстев, Ахум, Тавуш) максимальные расходы талых вод обычно проходят в конце марта, смешанные—в конце апреля—начале мая и дождевые—в конце мая—июне (редко в июле, августе). На остальных реках снеговые максимумы проходят в конце апреля, смешанные—в конце апреля—первой половине мая и дождевые—в конце мая, в июне (редко в июле, августе).

Как и следовало ожидать, максимальные расходы, с увеличением площади водосборов—увеличиваются. Такое соответствие наблюдается также при построении графических зависимостей с многолетними дан-

ными. И как ни странно, многолетние расходы всех рек севера и северо-востока (реки бассейна Куры) довольно закономерно ложатся на одном графике, что объясняется сходством условий формирования макси-



Фиг. 4. График связи максимальных расходов воды весеннего половодья и сумм осадков за XII—III средняя по мет. станциям Калинино и Степангван. X мм — сумма осадков за XII—III средняя по метстанциям Калинино и Степанаван. Q м³/сек — максимальный расход.

имальных расходов этих рек в связи с климатическими и орографическими особенностями указанных районов.

Однако такая общая зависимость для рек бассейна р. Аракс прослеживается слабо, так как здесь индивидуальные особенности каждого бассейна проявляются реже.

Таким образом, для рек Армянской ССР, где на лию очень сложные физико-географические условия, не может быть единой общей зави-

Таблица 1

Река	Пункт	Площадь водо- сбора в км ²	Число лет	Наибольший расход в м ³ /сек				Количество дож- левых пиков	Количество сме- шанных пиков	Количество сне- говых пиков
				от талых вод	дата	от дождей	дата			
Намбак	Туманян	1370	26	89,0	25.IV.56	166	16.VI.54	11	8	8
Дебед	Ахтала	3430	13	304	11.IV.56	760	19.V.59	6	4	4
Дзорагет	Гаргар	1450	25	272	11.IV.56	395	19.V.59	13	7	6
Агстев	Дилижан	222	20	45	6.IV.43	37	5.VI.42	8	4	8
	Иджеван	1270	25	114	1.IV.40	129	19.V.59	9	8	8
Тавуш	Берд	102	8	15,3	8.IV.56	104	10.VI.55	7	—	1
Ахум	Цахкаван	169	10	16,2	8.IV.56	40,1	31.VIII.48	9	—	1
Ахурян	Капс	839	26	143	16.IV.40	62,2	3.VI.51	5	5	16
Касах	Ашгарак	932	25	234	15.IV.40	155	12.V.50	4	—	14
Мармарик	Агавнадзор	395	15	56,0	26.IV.56	27,2	6.VI.51	1	7	6
Дзыкнагет	Цовагюх	88	24	46,4	14.V.48	8,37	12.V.50	2	9	14
Варденик	Варденис	105	28	23,8	8.V.42	13,7	13.VI.35	1	11	16
Аргичи	Геташен	380	28	244	7.V.42	—	—	—	9	19
Гаварагет	Норадус	467	27	72,7	7.IV.28	11,8	22.VI.53	2	7	20
Азат	Зовашен	526	23	57,0	28.IV.38	132	15.VI.54	7	8	7
Веди	Карабахлар	329	15	20,0	7.IV.52	14,0	19.V.56	3	8	4
Арпа	Ехегнадзор	1210	18	103	6.V.54	82,5	4.VI.57	3	4	11
Вохчи	Кафан	685	15	51,7	18.V.46	270	29.VIII.56	4	4	7
Воротан	Ангехакот	787	26	160	12.V.41	45,5	15.V.51	3	8	15
Воротан	Эйвазлар	2020	28	252	7.V.42	141	113.VIII.39	5	13	10

симости нормы максимального стока от площади водосбора и средней высоты бассейна.

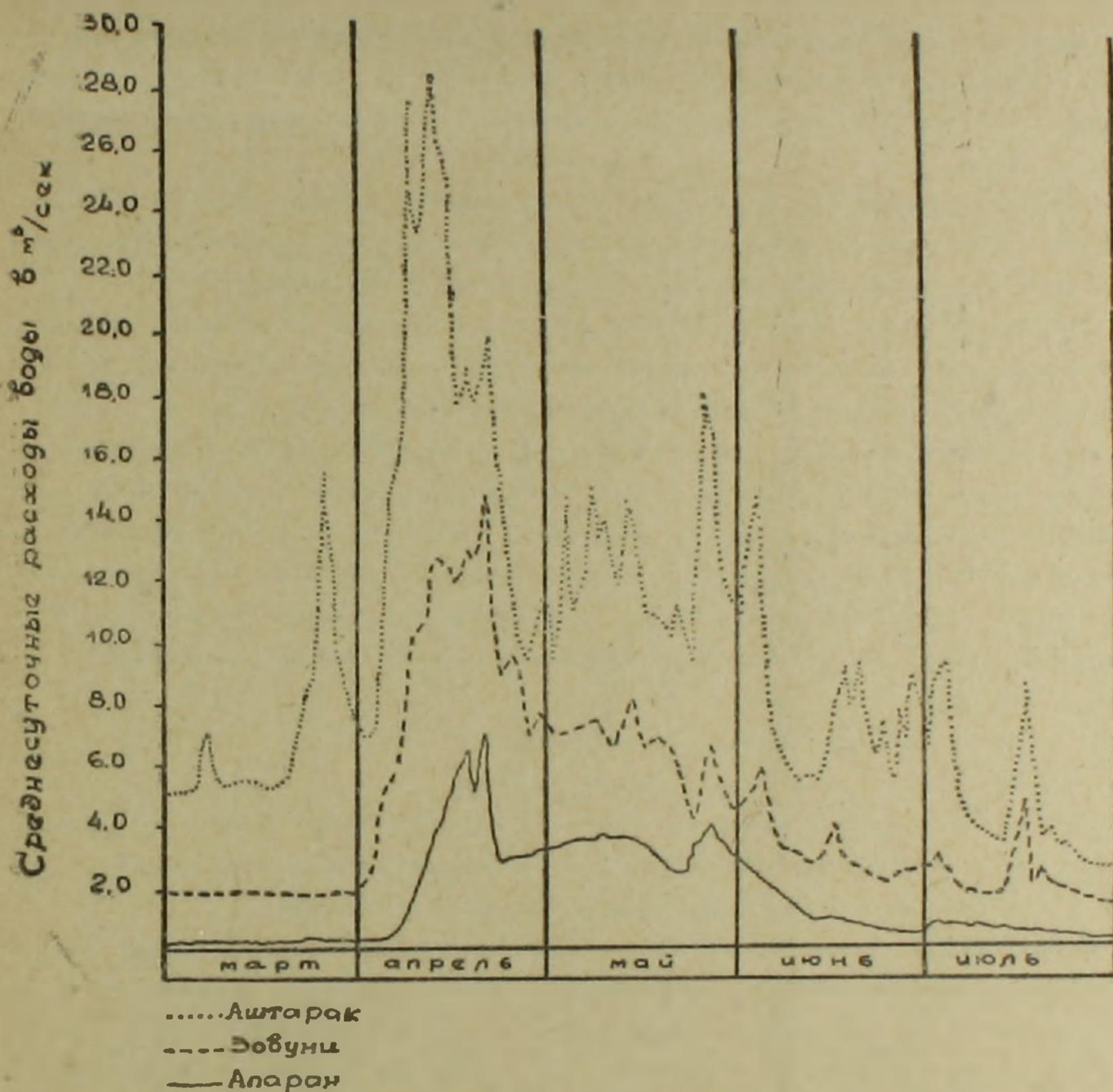
Построение зависимостей необходимо производить по отдельным бассейнам. В рр. Аракс, Касах и др. максимальные расходы половодья тесно связаны с объемом стока. Хорошие связи получаются между максимальным расходом и объемом воды в той декаде, в которой наблюдался максимум.

Время добегаания воды в реках небольшое—от нескольких часов до 1—2 суток. В реках одинаковых климатических условий наблюдается довольно хорошая зависимость между соответственными уровнями смежных постов.

Для рек, протекающих в разных геологических и климатических условиях, закономерность соответствия максимальных расходов между постами несколько нарушается. К таким рекам можно отнести Касах, Воротан (фиг. 5). Кроме этого, соответствие в уровнях не обнаруживается вследствие недостаточной детальности наблюдений. Особенно часто бывает это на реках, где суточные максимумы талых вод приходятся на ночные часы, между сроками наблюдений. Это относится и к максимумам дождевого происхождения, которые отличаясь большим разнообразием, приходятся на любое время суток и не совпадают со сроками наблюдений. Кроме этого, дожди могут выпадать на отдельных участках, давать питание отдельным притокам реки. При этом возникает несоответствие между данными смежных постов. Отсюда становится понятным, что для получения истинных значений расходов, в частности максимальных рас-

ходов малых горных рек, необходимо шире использовать самописцы уровня и не допускать производства односрочных наблюдений.

Наблюдается довольно четкая зависимость между максимальными срочными расходами и среднесуточными. Эту зависимость можно использовать для уточнения величин максимумов, которые проходили между сроками наблюдений.



Фиг. 5. Колебание расходов воды по длине р. Касих у пунктов Аштарак, Зовуни, Апаран.

Таким образом, для рек республики, несмотря на ее небольшую площадь (всего 29 тыс. км²) важное значение имеют местные особенности водосборов и, прежде всего, высота местности, климатические условия, которые в условиях Закавказья оказывают большое влияние на распределение осадков и следовательно на распределение и формирование величины максимальных расходов воды.

Մ. Վ. ՇԱՀԻՆՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ-Ի ԳԵՏԵՐՈՒՄ ՄԱՔՍԻՄԱԿ ՀՈՍՔԵՐԻ ՁԵՎԱՎՈՐՄԱՆ
ՀԱՐՑԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հողվածում քննարկման են ենթարկվում Հայկական ուսպուրիկայի գետերում նկատվող մաքսիմալ հոսքերի առաջադման գործոնները, Պրանդբույթը, տրվում են նախադրյալներ նրանց մեծությունները կանխագուշակելու համար:

Ուսումնասիրվել են տնտեսական տեսակետից ավելի կարևոր գետերը, որոնցից են Դերեղն իր Փամբակ և Զորագետ վտակներով, Աղստևը, Ախուրյանը, Քասախը, Հրազդանը, Ազատը, Վեդին, Ողջին և Որոտանը:

Այս հարցի ուսումնասիրումը շատ կարևոր է հիդրոտեխնիկական կառույցների նախագծեր կազմելու, տարբեր տեսակի հաշվարկների անելու, ինչպես նաև մաքսիմալ հոսքերի մեծությունը կանխագուշակելու համար:

Այդ նպատակի համար կարևոր է պարզել ոչ միայն մաքսիմալ հոսքի սնուցման աղբյուրի տեսակը այս կամ այն ժամանակաշրջանի համար, այլև այն, թե տվյալ աղբյուրի սնացումը որ տոկոսն է կազմում մյուսների նկատմամբ: Ելնելով այս անհրաժեշտությունից, աշխատանքում տրված են այդ նպատակով կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքները, որոնց հիման վրա Հայաստանի գետերի մաքսիմալ ելքը ստորաբաժանված են հրեք տիպերի՝

1. Ձնահալք

2. Միաժամանակ ձնահալք և անձրևներ

3. Անձրևներից առաջացող մաքսիմումներ.

Համաձայն գետերի ջրավազանների տեղարաշխմանը ըստ բացարձակ բարձրության, կլիմայական, ֆիզիկա-աշխարհագրական գործոնների, գերակրչում է այս կամ այն տիպին պատկանող մաքսիմալ հոսքը:

Այնուհետև աշխատանքում տրված են մաքսիմալ հոսքերի կապը նրանց մեծությունը պայմանավորող գործոնների հետ, ինչպես օրինակ ձմեռային, գարնանային տեղումների քանակի հետ, գարնանային հեղեղումների ծավալի և այլ գործոնների հետ, և մի շարք հետազոտումների արդյունքները. որոնք հանդիսանում են նախադրյալներ մաքսիմում հոսքերի մեծությունը կանխագուշակելու համար:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Багдасарян А. Б. Климат Армянской ССР, Ереван, 1958.
2. Важнов А. Н. Средний сток рек Армянской ССР и его внутригодовое распределение. Ереван, 1956.
3. Важнов А. Н. К методике прогнозов дождевых паводков на реках Армянской ССР. 1956.
4. Валесян В. П. Исследование стока горных рек Армянской ССР. Изд. АН СССР, 1955.

А. О С Н О В Н О Й С П И С О К
научных трудов ВАРДАНЯНЦА Левона Арсеновича (не полный)

Приложение

№№ п.р.	Наименование трудов	Печат. год из- дания	Название издательства или журнала (№№, год)	Колич. стр.	Примечание
1	2	3	4	5	1
1	Предварительный отчет о геологических исследованиях, произведенных в окрестностях Садонского рудника в 1922 г. (Тезисы доклада)	1923	Резолюции и общие сведения о конференции по изучению естественных производительных сил Юго-востока России в 1923 г., Ростов-на-Дону	1	
2	Предварительное сообщение о новом методе подсчета магматической формулы и о химическом каталоге горных пород	1924	Отдельное издание, Новочеркасск	6	
3	Заметка о новом методе подсчета магматической формулы	1925	Отдельное издание, Новочеркасск	10	
4	К минералогии и петрографии Харанорского Забайкальской области месторождения вольфрамита и шеелита	1925	Издание Донского Политехнического Института, т. 9, Новочеркасск	29	
5	К петрографии Садонского рудоносного района	1925	Известия Донского Политехнического Института, т. 9, Новочеркасск	8	
6	К геолого-петрографической характеристике Горной Осетии (Садонский рудоносный район)	1926	Труды Сев.-Кавказской Ассоциации науч.-исследов. институтов, № 6. Ростов-на-Дону	56	
7	Месторождения мышьяка Центрального Кавказа	1927	Обзор минеральных ресурсов СССР. Вып. 27, „Мышьяк“. Изд. Геол. Ком.	9	
8	Отчет о работах в 1926 г.	1927	Отчет о сост. и деятельности Геологического Комитета в 1925 – 1926 г.	2	

Приложение

1	2	3	4	5	6
9	Геологический очерк Кургатинского и Джимаринского ущелий	1927	Известия Геологического Комитета, т. 46, № 6	26	
10	О месторождениях мышьяка и золота в Кургатинском ущелье	1927	Известия Геологического Комитета, т. 46, № 8	20	
11	Об определении двупреломления минералов	1928	Известия Донского Политехнического Института, т. 10, Новочеркасск	22	
12	Отчет о работах в 1927 г.	1928	Отчет о сост. и деятельности Геологического Комитета в 1926—1927 г.	2	
13	О результатах контрольного опробования Калдыкомского месторождения реальгара на Северном Кавказе	1928	Вестник Геологического Комитета, 1928, № 3	2	
14	О Джимаринском медно-мышьяковом месторождении	1928	Известия Геологического Комитета, т. 47, № 9—10, 1928 г.	30	
15	О некоторых стратиграфических и тектонических соотношениях в Центральном Кавказе между В. Грузинской и В. Осетинской дорогами	1929	Известия Геологического Комитета, т. 48, № 4, 1929 г.	26	
16	К вопросу о геологическом строении района Гизельдонской гидроэлектрической станции	1929	Известия Геологического комитета, т. 48, № 4, 1929 г.	7	
17	О Даргавском медном месторождении	1929	Вестник Геологического Комитета, 1929 г., № 3	3	
18	О древнем оледенении северного склона Центрального Кавказа (Горная Осетия)	1929	Известия Гос. Русского Географического Общества, т. 61, в 1, 1929 г.	22	

1	2	3	4	5	6
19	К вопросу о числе стадий отступления вюрмского оледенения Центрального Кавказа	1929	Известия Геологического Комитета, т. 48, № 9, 1929	13	
20	О новом способе подсчета депрессий снеговой границы в связи с изучением стадий отступления ледников горной группы Адайхох в Центральн. Кавказе	1930	Известия Гос. Русского Географического Общества, т. 62, в. 2, 1930	18	
21	Материалы по тектонике Центрального Кавказа	1930	Записки Российск. Минералогического Общества, часть 59, № 2, 1930 г.	20	
22	Опыт металлогенической характеристики Центрального Кавказа	1931	Труды Главн. Геолого-разведочного Управления, вып. 22, 1931 г.	30	
23	О Мамисонском медном месторождении	1931	Известия Главн. Геолого-разведочного Управления, т. 50, вып. 8, 1931 г.	9	
24	Мезозойская рыхлая толща и четвертичная тектоника как актуальные задачи геологии Западной Сибири	1931	Вестник Зап.-Сибирского Геол.-развед. Управления, 1931 г., № 2, Томск	6	
25	Минерально-сырьевые перспективы Ачинского района	1931	Вестник Зап.-Сибирского Геол.-развед. Управления, 1931, № 3, Томск	4	
26	О месторождении боксита в окрестностях Яш-кинского цементного завода	1931	Вестник Зап.-Сибирского Геол.-развед. Управления, 1931, № 3, Томск	4	
27	Über eine neue Methode zur Berechnung der Depression der Scheegrenzse angewendet auf alle Gletscherstände im oberen Einzugsgebiet des Ardon (Zentraler Kaukasus)	1931	Zeitschrift für Gletscherkunde; Bd. 19, Hf, 1—3, Berlin	20	

1	2	3	4	5	6
28	Геотектоника и геосейсмика Дарьяла как основная причина катастрофических обвалов Девдоракского и Геналдонского ледников Казбекского массива	1932	Известия Гос. Географического Общества, т. 64, вып. 1, 1932 г.	10	
29	О месторождении боксита в окрестностях Яшкинского цементного завода	1932	Труды 4-ой Всес. Конференции по цветным металлам, в. 4, 1932 г.	4	
30	О горно-рудных перспективах Северного Кавказа и о дальнейшем развитии геолого-поисковых работ	1932	Сборник: „Северный Кавказ мощная минерально-сырьевая база СССР“. Изд-во „Северный Кавказ“, Ростов-на-Дону.	5	
31	Причины оледенений и опыт генетической синхронизации процессов орогении, оледенения и эрозии	1932	Тезисы к докладам на 2-ой Конференции Ассоциации по изучению четвертичного периода Европы	2	
32	О древнем аллювии на Ходском перевале в окрестностях Садонского рудника (Центр. Кавказ)	1932	Записки Росс. Минералогического Общества, часть 61, № 2, 1932	4	
33	Материалы по геохимии Горной Осетии	1932	Записки Росс. Минералогического Общества, часть 61, № 2, 1932 г.	38	
34	Эпоха оледенений в Горной Осетии (Центральный Кавказ)	1932	Известия Гос. Географического Общества, т. 64, вып. 6, 1932	39	
35	Простейший способ подсчета депрессии снеговой границы	1932	Известия Гос. Географического Общ., т. 64, в. 6, 1932	8	
36	Очерк геологии ущелья р. Дидхеви в Кахетии	1932	Известия Всес. Геолого-разведочного Объединения, т. 51, вып. 98, 1932	14	
37	О землетрясении 6 апреля 1932 г. в Приказбекском районе Центрального Кавказа	1933	Известия Академии наук СССР, 1933 г., № 2	6	Совместно с А. Я. Левецкой

1	2	3	4	5	6
38	Тектоническое строение Горной Осетии и ее отношение к Центральному Кавказу	1933	Записки Росс. Минералогического Общества, часть 62, № 1, 1933 г.	50	Труды изданы на русском и немецком языках
39	О синхронизации стадий отступления последнего оледенения Центрального Кавказа и вюрма Альпийской области	1933	Труды 2-ой Международной Конференции Ассоциации по изучению четвертичного периода Европы. Вып. 2. 1933 г.	6	
40	Причины оледенения и опыт генетической синхронизации процессов эрозии, оледенения и эрозии	1933	Труды 2-ой Международной Конференции Ассоциации по изучению четвертичного периода Европы. Вып. 2, 1933 г.	7	
41	О четвертичной тектонике Кавказа	1933	Труды 2-ой Международной Конференции Ассоциации по изучению четвертичного периода Европы. Вып. 3, 1933 г.	2	
42	Материалы по геоморфологии Большого Кавказа. 1. Центральный и Западный Кавказ	1933	Известия Гос. Географического Общества, т. 65, вып. 2, 1933 г.	24	
43	Материалы по геоморфологии Большого Кавказа. 2. Восточный Кавказ	1933	Известия Гос. Географического Общества, т. 65, вып. 3, 1933 г.	25	
44	К истории Черного моря	1933	Известия Гос. Географического Общества, т. 65, вып. 4, 1933 г.	5	
45	О металлогении Кавказа	1933	Известия Академии наук СССР, 1933 г., № 8	19	
46	О четвертичной истории Кавказа	1933	Известия Гос. Географического Общества, т. 65, вып. 6, 1933 г.	14	
47	Очередные задачи по изучению металлогении Северного Кавказа	1933	Журнал „Геология на фронте индустриализации“, 1933., № 10—12, Новочеркасск	5	
48	О золоте в Горной Осетии	1933		2	
49	Месторождения графита в Горной Осетии	1933		8	
50	Фото-геология Горной Осетии	1933		2	

1	2	3	4	5	6
51	О возрасте рельефа Предкавказья	1934	Доклады Академии наук СССР, 1934 г., т. 1, № 7.	3	
52	Сейсмоструктура района Транскавказской перевальной железной дороги	1934	Труды Сейсмологического Института Академии наук СССР, № 49	11	
53	О тектоническом развитии Кавказа	1934	Журнал „Геология на фронте индустриализации“, 1934 г., № 4—8, Новочеркасск	5	
54	К вопросу о металлогении горной области Азово-Черноморского Края	1934	Журнал „Геология на фронте индустриализации“, 1934 г., № 4—5, Новочеркасск	2	
55	Об отложениях титона и валанжина в верховьях рек Арыдон (Ардон) и Терек в Центральном Кавказе	1934	Известия Академии наук СССР ОМОН, 1934 г., № 5	6	
56	Об орогенических фазах верхней юры на Кавказе	1934	Доклады Академии наук СССР, 1934 г., т. 3, № 5	3	
57	Материалы к истории развития рельефа Предкавказья	1934	Известия Гос. Географического Общества, т. 66, вып. 4, 1934 г.	9	
58	О верхней юре в Северо-Западном Кавказе	1934	Проблемы Советской геологии, № 8, 1934 г.	8	
59	Опыт структурно-тектонического районирования Кавказа	1934	} Журнал „Геология на фронте индустриализации“. 1934 г., № 7—8, Новочеркасск	8	
60	Фото-геология Горной Осетии (№ 2)	1934		2	
61	Новые выходы неонинтрузий в долине Баксана	1934	Журнал „Геология на фронте индустриализации“, 1934 г., № 9—10, Новочеркасск	4	Совместно с Б. В. Орловым
62	К минералогии Садонской жилы (Центральный Кавказ)	1934	} Записки Всеросс. Минералогического Общества. Часть 63, № 2	3	
63	Схема тектонической истории Кавказа	1934			5

1	2	3	4	5	6
64	Николь без исландского шпата и полевой поляризационный микроскоп	1935	Журнал „Геология на фронте индустриализации“, 1935 г., № 1—3, Новочеркасск	7	
65	Схема тектонического развития Кавказа	1935	Журнал „Геология на фронте индустриализации“; 1935 г., № 4. Новочеркасск	6	
66	О металлогении горной части Азово-Черноморского края	1935	Журнал „Геология на фронте индустриализации“, 1935 г., № 5, Новочеркасск	7	
67	Материалы по палеогеографии верхней юры Кавказа	1935	Проблемы Советской геологии. 1935 г., № 4	15	
68	О Девдоракском и Чачском ледниках	1935	Известия Гос. Географического Общества, т. 67, вып. 2, 1935 г.	4	
69	О месторождениях цветных металлов в Дагестанской АССР	1935	„Природные ресурсы Дагестанской АССР“. Сборник, изд. Академии наук СССР	17	
70	Сейсмотектоника Кавказа	1935	Труды Сейсмологического Института Академии наук СССР, № 64, 1935 г.	90	
71	Метеорологический фактор в развитии оледенения	1935	Известия Гос. Географического Общества, т. 67, в. 4, 1935	11	
72	Материалы по петрографии Северо-Западного Кавказа (бассейны рек Белой, Сочи, Мзымты, Большой и Малой Лабы)	1935	Труды Азово-Черноморского Геологического треста, № 11, Новочеркасск	80	
73	Металлогения Северо-Кавказского Края на службе промышленного освоения его недр	1935	Сборник „Природные богатства Северо-Кавказского Края“, Пятигорск. Сев Кавказс. Краевое Государственное издательство	9	
74	Материалы по доюрской истории Дагестана	1935		2	
75	Горная Осетия в системе Центрального Кавказа	1935	Труды ЦНИГРИ. вып. 25	108	

1	1	3	4	5	6
76	О металлогении горной области Азово-Черноморского Края	1935	Труды 1-ой Азово-Черноморск. Краевой геологической конференции, т. 2, Ростов-на-Дону	19	
77	Схема тектонического развития Кавказа	1935	Труды 1-ой Азово-Черноморск. Краевой геологической конференции, т. 1, Ростов-на-Дону	20	
78	Неоинтрузии Главного Кавказа и их металлогения	1937	Тезисы докладов. Международн. XVII геологический Конгресс	1	
79	Характеристика неинтрузий Главного Кавказа	1937	Проблемы Советской геологии, 1937, № 7	13	
80	Вюрмское оледенение бассейна р. р. Ираф (Урух) и Цей	1937	Известия Гос. Географического Общества, т. 69, в. 4, 1937	26	
81	Опτικο-минералогическая характеристика анортоклазов неинтрузий Большого Кавказа	1937	Записки Всеросс. Минералогического Общества, часть 66, № 3, 1937	16	
82	Материалы по диабазам и неинтрузиям Горной Осетии	1937	Проблемы Советской геологии, 1937, № 11	1	
83	О древнем оледенении Алтая и Кавказа	1938	Известия Гос. Географического Общества, т. 70, в. 3, 1937	21	
84	Материалы по неинтрузиям Горной Осетии (горные массивы Тепли, Казбек и Адайхох)	1939	Труды по геологии и полезным ископаемым Сев.-Кавказского Края. Изд. Сев.-Кавказского геологического управления, т. 1	32	
85	Об эволюции санидинов и анортоклазов Центрального Кавказа	1938	Советская геология, 1938, № 11	2	
86	Об анортоклазе в гранитах Малки и Мушта	1938	Записки Всеросс. Минералогического Общества, часть 67, № 1, 1938	6	
87	Горная Осетия и Центральный Кавказ	1938	Тезисы к диссертации на соискание ученой степени доктора геол.-минер. наук. Изд. Ленинградск. Гос. Университета	4	

1	2	3	4	5	6
88	Оттрелит из Центрального Кавказа	1938	Записки Всеросс. Минералогического Общества, часть 67, № 4, 1938 г.	4	
89	О верхнечетвертичной органической фазе	1939	Труды Советской секции Международной Ассоциации по изучению четвертичного периода, вып. 4	2	
90	К истории развития рельефа Центрального Кавказа	1939		2	
91	Неоинтрузии, их оруденение и связь с тектоникой в Главном Кавказе	1939	Известия Академии наук СССР, серия геологич., 1939, № 2	9	
92	Молодые интрузивные породы Тырны-ауза	1940	Советская геология, 1940, № 2—3	11	
93	О возрасте тектонических структур Горной Осетии (Центральный Кавказ)	1940	Доклады Академии наук СССР, 1940 г., т. 27, № 9	3	
94	О возрасте структуры Центрального Кавказа	1940	Советская геология, 1940 г., т. 10, № 8	2	
95	Интрузивы Северной Кахетии	1940	Записки Всеросс. Минералогического Общества, часть 69, № 2—3, 1940 г.	10	
96	Материалы по интрузивам Дарьяла и его окрестностей	1940		6	
97	Геологический очерк Цейского ущелья (Центральный Кавказ)	1940	Материалы ВСЕГЕИ, общая серия, сборник 5, 1940 г.	12	
98	Интрузивные породы бассейна Мзымты	1940	Материалы ВСЕГЕИ, общая серия, сборник 6, 1940 г.	18	
99	Проблема оптической двуосности одноосных минералов	1941	Записки Всеросс. Минералогического Общества, часть 70, № 1, 1941 г.	7	
100	Нижнеюрская цепь вулканов Главного Кавказа	1943	Доклады Академии наук СССР, 1943 г., т. 39, № 8	3	
101	Вариационный закон отступления ледников	1945	Известия Гос. Географического Общества, т. 77, вып. 1—2, 1945 г.	5	

1	2	3	4	5	6
102	Двупреломление в произвольном сечении индикатрисы	1945	Доклады Академии наук СССР, 1945 г., т. 48, № 5	4	
103	Землетрясения Кавказа и его глубинное строение	1946	Известия Гос. Географического Общества, т. 78, вып. 2, 1946	6	
104	Неоинтрузии Главного Кавказа и их металлогения	1941 1946	Труды XVII Международного Геологического Конгресса, т. III	10	
105	Стереоскопический метод исследования минералов	1945	Доклады Академии наук СССР, 1945 г., т. 50	3	
106	Анатолий Людвигович Рейнгард	1946	Известия Гос. Географического Общества, т. 78, вып. 4., 1946	3	
107	К вопросу о генезисе молибденита в вольфрамово-молибденовых месторождениях „скарново-го“ типа	1946	Записки Всеросс. Минералогического Общества, часть 75, № 3, 1946 г.	2	
108	О высоте вулканических конусов Эльбруса и Казбека на Кавказе	1946	Известия Гос. Географического Общества, т. 75, вып. 5-6, 1946 г.	1	
109	О санидиновом трахите близ сел. Эльпин (Армянская ССР)	1947	Доклады Академии наук АрмССР, т. 6, № 2, 1947 г.	4	Совместно с А. А. Габриеляном
110	О стереоскопическом методе и его отношении к федоровскому методу	1947	Известия Академии наук АрмССР, естеств. науки, № 1, 1947 г.	8	
111	О санидинах в липаритах Тырнауза на Северном Кавказе	1947	Известия Академии наук АрмССР, естеств. науки, № 1, 1947 г.	9	
112	Основы стереоскопического метода	1947	Изд. Академии наук АрмССР	102	
113	О новом типе двойников плагиоклаза	1947	Доклады Академии наук АрмССР, т. 7, № 1, 1947 г.	5	

1	2	3	4	5	6
114	Общий обзор вулканических явлений	1947		7	
115	Нижнеюрские интрузии и эффузии	1947		4	
116	Молодые интрузии Восточного Кавказа	1947		7	
117	Общий обзор тектоники Северного Кавказа	1947	Геология СССР, т. IX, Северный Кавказ	11	Совместно с А. П. Герасимовым
118	Структурное районирование	1947		6	
119	Тектоника центральной части северного склона	1947		7	
120	Тектоника Ставропольской возвышенности	1947		3	
121	Дополнительные кривые к диаграмме В. В. Никитина кристаллографических элементов полевых шпатов	1947	Доклады Академии наук АрмССР, т. 7, № 5, 1947 г.	4	
122	Новая схема корреляции постплиоцена Кавказско-Черноморско-Каспийской области	1947	Доклады Академии наук АрмССР, т. 7, № 5, 1947 г.	4	
123	Структурная карта Кавказа в масштабе 1:1 000 000. Методика составления и некоторые выводы	1947	Известия Академии наук АрмССР, естеств науки, № 8, 1947 г.	15	
124	Вихревая теория оптической ориентировки плагиноклазов	1947	Известия Академии наук АрмССР, естеств науки, № 8, 1947 г.	7	
125	Основы теории двойниковых триад плагиноклаза	1947	Известия Академии наук АрмССР, естеств науки, № 8, 1947	8	
126	О происхождении озера Севан	1948	Изд. Академии наук АрмССР	28	
127	Постплиоценовая история Кавказско-Черноморско-Каспийской области	1948	Изд. Академии наук АрмССР	184	

1	2	3	4	5	6
128	О ложных двойниках андалузита	1948	Известия Академии наук АрмССР, физ.-мат., ест. и техн. науки, № 1, 1948 г.	10	
129	Способ исследования двуосности минералов при малом угле оптических осей	1948	Известия Академии наук АрмССР, физ.-мат., ест. и техн. науки, № 1, 1948 г.	7	
130	О дефективности определения двойников плагиоклаза „пятисным“ методом Р. Эммонса	1948	Известия Академии наук АрмССР, физ.-мат., ест. и техн. науки, № 1, 1948 г.	5	
131	К вопросу о двойниковой триаде андалузита и его сингонии	1948	Доклады Академии наук АрмССР, т. 9, № 3, 1948 г.	3	
132	Первый случай комплексного ложно-кубического двойника плагиоклаза	1949	Доклады Академии наук АрмССР, т. 10, № 1, 1949 г.	5	
133	О пемзовых песках Элара (Армения)	1949	Доклады Академии наук АрмССР, т. 10, № 4, 1949 г.	3	
134	Некоторые особенности Кавказских землетрясений	1949	Тезисы докладов Совещания по сейсморайонированию Баку и Апшеронского полуострова, изд. АН АзССР, Баку	5	
135	О кварцсодержащих андезито-базальтах Арзни (Армения)	1949	Доклады Академии наук АрмССР, т. 11, № 1, 1949 г.	4	
136	Главные положения триадной теории двойников и некоторые выводы	1949	Доклады Академии наук АрмССР, т. 11, № 3, 1949 г.	6	
137	Триадная теория двойниковых образований минералов	1950	Изд. Академии наук АрмССР	108	
138	Триадный метод исследования двойников плагиоклаза	1951	Изд. Академии наук АрмССР	81	

1	2	3	4	5	6
139	Основные положения триадной теории двойников	1951	Сборник „Кристаллография“. Труды Федоровской научной сессии 1949 г. Изд. Ленинградского Горного Института	7	
140	Развитие рельефа Большого и Малого Кавказа в плиоценово-четвертичное время	1952	Тезисы докладов на 4-ой конференции по вопросам геоморфологии Закавказья. Изд. Академии наук АрмССР	2	
141	Комплексные двойники плагиоклаза	1952	Изд. Академии наук АрмССР	152	
142	О бавенских двойниках плагиноклаза	1952	Доклады Академии наук АрмССР, т. 15, № 4, 1952 г.	4	
143	Теория поворотов кристалла в двойниках	1952	Известия Академии наук АрмССР, физ.-мат., ест. и техн. науки, 1952 г., № 4.	19	
144	О роли комплексного двойникования в структуре кристаллов	1952	Доклады Академии наук АрмССР, т. 15, № 5, 1952 г.	4	
145	Цели, задачи и методы исследования плагиноклазов и их двойников	1952	Известия Академии наук АрмССР, физ.-мат., ест. и техн. науки, 1952 г., № 5	10	
146	Ревизия кубо-октаэдрического двойникового закона алюмо-калневых квасцов	1952	Известия Академии наук АрмССР, физ.-мат., ест. и техн. науки, № 6, 1952 г.	11	
147	Причины господствующей роли второго пинакоида в двойниках	1953	Доклады Академии наук АрмССР, т. 16, № 2, 1953 г.	4	
148	Об определении двупреломления минералов	1953	} В сборнике „Универсальный столик Е. С. Федорова“. Изд. Академии наук СССР	19	
149	О стереокопическом методе и его отношении к Федоровскому методу	1953		6	

1	2	3	4	5	6
150	Дополнительные кривые к диаграмме В. В. Никитина кристаллографических элементов полевых шпатов	1953	В сборнике „Универсальный столик Е. С. Федорова“. Изд. Академии наук СССР	3	
151	Способ исследования двуосности минералов при малом угле оптических осей	1953		5	
152	Об аномальной оптической двуосности минералов	1953	Известия Академии наук АрмССР, физ.-мат. ест. и техн. науки, № 4, 1953 г.	6	
153	Принципы эмпирической проверки стереоконоскопического метода	1953	Известия Академии наук АрмССР, физ.-мат. ест. и техн. науки, № 4, 1953 г.	6	
154	Об аномальной асимметрии оптической индикатрисы аноктоклаза и санидина	1953	Доклады Академии наук АрмССР, т. 17, № 2, 1953 г.	3	
155	Параллельные сростки и их отношение к двойникам у кристаллов с четкой осью симметрии	1953	Доклады Академии наук АрмССР, т. 17, № 3, 1953 г.	4	
156	Блок-кристаллические типы структур горных пород и их значение в петрогенезе	1953	Известия Академии наук АрмССР, физ.-мат., ест. и техн. науки, № 5—6, 1953 г.	5	
157	О двойниковых законах порфириновых кварцев	1953	Известия Академии наук АрмССР, физ.-мат., ест. и техн. науки № 5—6, 1953 г.	20	
158	Лакколит Токмак-кая (Северный Кавказ)	1954	Доклады Академии наук АрмССР, т. 18, № 3, 1954 г.	4	
159	Теория „оптических кривых“ Е. С. Федорова и вращательного варианта стереоконоскопического метода	1954	Известия Академии наук АрмССР, физ.-мат., ест. и техн. науки, № 6, 1954 г.	25	
160	Материалы по гранитам Индыша и Малки (Северный Кавказ)	1955	Материалы ВСЕГЕИ, новая серия, вып. 4. Петрографический сборник № 1	10	

1	2	3	4	5	6
161	Новое в представлениях о кристаллическом состоянии магерин	1955	Информационный сборник ВСЕГЕИ, № 1	5	
162	Нижнекурский вулканизм Клухорско-Маринского района (Центральный Кавказ)	1956	Материалы ВСЕГЕИ, новая серия, вып. 8	20	
163	Пятиосный столик для аналитических исследований	1956	Стандартгиз. Приложение к Авторск. Свидет. № 103213	2	
164	Дополнение к „пятиосным“ методам исследования	1956	Информационный сборник ВСЕГЕИ, № 3	3	
165	К теории и практике федоровского метода	1956	Вестник Ленингр. Гос. Университета, № 18	11	
166	К вопросу о триадной теории двойников, триадном методе определения и комплексных двойниках плагиоклаза	1956	Записки Всес. Минералогич. Общества, часть 85, № 3, 1956 г.	2	
167	Теория главного направления двойников и ее применение при исследовании плагиоклазов федоровским методом	1957	Записки Всес. Минералогич. Общества, часть 86, № 6, 1957 г.	12	
168	Новый пятиосный столик Федорова	1958	Записки Всес. Минералогич. Общества, часть 87, № 1, 1958 г.	4	
169	Докембрий Русской плиты; Докембрийский магматизм Русской платформы; Внутреннее строение кристаллического фундамента Русской платформы	1958	Геологическое строение СССР. Изд. ВСЕГЕИ	6	Коллектив. работа сотрудников ВСЕГЕИ
170	Теоретические основы рационализации практической стороны федоровского метода	1958	Известия Академии наук АрмССР, серия геол. и географ. наук, т. XI, № 4	6	

1	2	3	4	5	6
171	Главное направление двойников плагиоклаза (Теория главного направления в применении к исследованию плагиноклазов)	1958	Известия Академии наук АрмССР, серия геолог. и географ. наук, т. XI, № 5	8	
172	Дополнение к триадному методу исследования плагиноклаза и его двойников	1959	Записки Всес. Минералогич. Общества, часть 88, № 1, 1959 г.	10	
173	Основные изверженные породы западной части Казбекского диабазового пояса (Центральный Кавказ)	1959	Известия Академии наук АрмССР, серия геолог. и географ. наук, т. XII, № 3	17	
174	О стратиграфическом положении караганских отложений Черного моря	1959	Сборник трудов (к 70-тилетию академика А. И. Джанелидзе). Изд. Академии наук ГрузССР	6	
175	Теория федоровского метода	1959	Изд. Академии наук АрмССР	192	
176	Кристаллические породы Азовской антеклизы	1959	Доклады Академии наук СССР, т. 129, № 4, 1959 г.	4	Совместно с А. Я. Дубинским
177	Докембрийский кристаллический фундамент Русской платформы	1960	Международный геологический Конгресс XXI сессия, 1960 г. Доклады советских геологов, Проблема IX	11	
178	Докембрий	1960	Геология СССР, т. 28. Эстонская ССР, 1960 г.	7	
179	Архей и протерозой	1960	Геология СССР, т. 28. Латвийская ССР, 1960 г.	7	
180	Некоторые данные о составе и строении кристаллического фундамента Русской платформы и его взаимоотношении с Карелией, Украиной и Уралом	1960	Труды шестой сессии Комиссии по определению абсолютного возраста геологических формаций (22—27 мая 1957 г.). Изд. Академии наук СССР	8	
181	Дискуссия в прениях	1960	Труды шестой сессии Комиссии по определению абсолютного возраста геологических формаций (22—27 мая 1957 г.). Изд. Академии наук СССР	3	

1	2	3	4	5	6
182	Геологическая карта докембрийского фундамента Русской платформы масштаба 1:5 000 000 и объяснительная записка к карте	1960	Изд. ВСЕГЕИ	96+ 2 кар- ты	
183	Новые данные по геологии бассейна рек Малки, Касаута и Мушта	1960	Известия Академии наук АрмССР, серия геол. и географ. наук, т. XIII, № 6	9	
184	Складчатый фундамент Ясенско-Ленинградской антиклинальной полосы в Северо-Западном Предкавказье	1961	Доклады Академии наук СССР, т. 136, № 2, 1961 г.	3	Совместно с А. Я. Дубинским
185	Геологическая карта кристаллического фундамента Русской платформы масштаба 1:5 000 000. Редактор карты Л. А. Вардьянц	1961	Атлас литолого-палеогеографических карт Русской платформы и ее геосинклинального обрамления. Часть 1, лист 1	1 карта	Соавторы: О. А. Калинина, Э. Э. Фотиади, Л. Я. Харитонов
186	Трубка взрыва в центральной части Русской платформы	1961	Известия Академии наук АрмССР, серия геол. и географ. наук т. XIV, № 2	6	
187	Трубка взрыва в центральной части Русской платформы	1961	Аннотации докладов. Материалы годичной сессии ученого Совета ВСЕГЕИ по результатам работ 1959 г.	2	
188	Критика статьи Проскурко А. И. „О бавенских и м.небатских законах двойникования плагиоклазов магматических пород Памира“, Известия В. У. З., геология и разведка, № 9, 1960 г.	1962	Записки Всес. Минералогич. Общества, часть 91, № 1, 1962 г.	2	
189	Изотахи (линии равных скоростей осадконакопления) как основа тектонических исследований нового типа.	1963	Труды ВСЕГЕИ, новая серия, т. 85, 1963 г.	9	

Б. ДОПОЛНЕНИЕ К СПИСКУ НАУЧНЫХ ТРУДОВ Л. А. ВАРДАНЯНЦА

1	2	3	4	5	6
1	О белых глинах Зап. Сибири как об алюминиевом сырье	1932	Труды 4 Всес. конфер. по цветным металлам	1	Выступления в прениях
2	О медных месторожд. Центр. Кавказа	1932		1	
3	Сейсмическое районирование Дагестана	1934	Тезисы докладов. Материалы Первой конфер. по изучению производ. сил Дагестанской АССР. Вып. 1	1	
4	Материалы по металлогении горной области Азово-Черном. края	1934	Тезисы докладов Первой геологическ. конфер. Азово-Черном. края Ростов-на-Дону 1934	1	
5	Схема тектонического развития Кавказа	1934		2	
6	Металлогения Сев.-Кавк. края и Дагестана на службе промышл. освоения недр края	1935	Тезисы докладов первой Сев.-Кавказской краевой геолог. конфер. Пятигорск	3	
7	Материалы по доюрской истории Дагестана	1935		2	
8	Неоинтрузии горной части Азово-Черноморск края	1936	Тезисы докладов первой конференции по изучению произв сил Азово-Черном. края. Ростов-на-Дону, 1936	2	
9	Материалы по неоинтрузиям горной Осетии	1937	Проблемы советской геологии, 1937, № 5--6	1	Автореферат
10	Оптико-минералог. характеристика анортоклазов неоинтрузий Большого Кавказа	1937	Проблемы советской геологии, 1937, № 11	1	
11	О неоинтрузиях Красной Поляны на сев.-западн Кавказе	1938	Советская геология, 1938, № 5	1	
12	Интрузивы Северной Кахетии	1938	Проблемы советской геологии, 1938, № 4	1	

1	2	3	4	5	6
13	Краткий очерк молодых интрузий	1941	Сборник; „Вопросы физико-химич. петрографии“ в честь 40-летия научн.-педаг. деятельности Д. С. Белянкина	5	
14	Выступления в прениях	1955	Труды третьей сессии Комиссии по определению абсолютн. возраста геологических формаций. Академия наук СССР	3	

В. НАХОДЯТСЯ В ПЕЧАТИ СЛЕДУЮЩИЕ РАБОТЫ:

1	О кальциевом метасоматозе на Тырнаузе	Сборник в честь академика А. А. Полканова	Изд. Ак. наук СССР
2	„Плагиоклаз“. Его особенности и методы исследования	Лекция на петрографическом семинаре во ВСЕГЕИ в 1963 г.	Тр. Семинара
3	Кристаллические породы докембрия в южной части Ставропольского поднятия и вопрос о многоярусном строении Предкавказья	Доклады Академии наук СССР	Совместно с А. Я. Дубинским и Н. А. Маценко

**ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌԻ ԳԱ ԵՐԿՐԱԹԱՆԱԿԱՆ ԵՎ ԱՇԽԱՐՀԱԳՐԱԿԱՆ
ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ «ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ» XVI ՀԱՏՈՐԻ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ**

Կ. Ն. Պաֆֆենհոլց (Մենդյան 70-ամյակի առթիվ)	2—	3
Ականավոր գիտնական և մտածող ակադեմիկոս Վ. Ի. Վերնադսկու ծննդյան հարյուր-ամյակի առթիվ	3—	3
Լևոն Արսենի Վարդանյանց. (Մենդյան 70-ամյակի առթիվ)	6—	3

Պալեոնթոլոգիա

Ս. Ա. Բալյան. Բեղմնիկա-ծաղկափոշահատիկները Բարվի Հսրկ լեռան բարվի հասակի նստվածքներից	4/5—	3
--	------	---

Լիթոլոգիա

Մ. Ա. Մովսիսյան. Մերձերևանյան շրջանի աղաբեր հաստվածքի լիթոլոգիան	4/5—	9
Ի. Ե. Պետրոսով. ՀՍՍՌ Մերձերևանյան շրջանի վերին օլիգոցեն-միոցենի հասակի նստվածքային շերտախմբերի կավային միներալների առաջացումը	4/5—	27

Ստրատիգրաֆիա

Հ. Հ. Սարգսյան. Հայկական ՍՍՌ Հյուսիսային և հյուսիս-արևելյան մասերի կավձի և պալեոգենի սահմանային շերտերի ստրատիգրաֆիայի մասին	4/5—	41
--	------	----

Տեկտոնիկա

Հ. Ս. Ավագյան. Տեկտոնական ճեղքեր առաջացնող նորմալ և շոշափող լարումների ուղղությունների մասին	4/5—	55
Ա. Հ. Դարբինյան. Հայկական ՍՍՌ-ի և Անտիկովկասի կից մասերի նորագույն տեկտոնիկան ու սեյսմիկան	4/5—	63
Վ. Գ. Քոչարյան, Խ. Ն. Տայան. Դերարլուի բեկվածքի զոնայի շարժումների ուղղության հարցի շուրջը	4/5—	77

Պետրոգրաֆիա

Ս. Բ. Աբովյան. Հայկական ՍՍՌ-ի Քյաուսամանի հիմքային ու ուլտրահիմքային ապարների զանգվածի կազմի մասին	2—	7
Ս. Ի. Բալասանյան. Սոմխեթա-Ղափանի գոտու մինչյուրայի ինտրուզիվ կոմպլեքսը	4/5—	89
Կ. Ա. Քաբամյան. Քաջարանի հանքադաշտի կոնտակտա-մետամորֆային պրոցեսները	3—	67
Է. Գ. Մալխասյան, Յու. Ա. Լեյն. Հայկական ՍՍՌ-ի յուրայի ալրիտոֆիրների երկրաբանության և պետրոգրաֆիայի մասին	2—	15
Ս. Ն. Տայան. Նոր տվյալներ Մեղրու պրուտոնի պորֆիրանման գրանիտների և գրանոդիորիտների երկրաբանական կառուցվածքի մասին	3—	77

Մինեալոգիա

Ս. Ի. Բալասանյան. Աքցեսոր միներալների և միկրոլեմենաների բաղխման օրինաչափությունները Սոմխեթա-Ղափանի գոտու գրանիտոիդներում	1—	3
Ի. Գ. Գասպարյան. Ցելեստինը Հայկական ՍՍՌ Նղզնաձորի շրջանի ստորին երրորդականի նստվածքներում	4/5—	103

Գեոգրաֆիա

Ա. Տ. Ասլանյան. Երկրի բնդեբքի ջերմաստիճանի և քիմիական կազմի մասին . . . 3— 5

Ա. Ն. Գուսեվա, Վ. Վ. Փայրազյան—Մերձերևանյան շրջանի երրորդական ապարներում ցրված օրգանական նյութի գեոքիմիական բնութագիրը . . . 2— 29

Հ. Պ. Գույումճյան. Բարգուշատի լեռնաշղթայի Սուրբ-քար (Փիր-կայա) ինտրուզիայի կոնտակտում ալկալային մետասոմատիտների առաջացումը . . . 3— 29

Ի. Տ. Զրբաշյան, է. Գ. Մալխասյան, Ա. Խ. Մնացականյան. Հայկական ՍՍՌ-ի սլալեոհրարխային ֆորմացիաներում միկրոլեմենտների տեղաբաշխման առանձնահատկությունների մասին . . . 3— 15

Ա. Ի. Կարապետյան. Գերմանիումը Հանքավանի ինտրուզիվ զանգվածի գրանիտոիդներում . . . 3— 37

Բ. Մ. Մելիքսերյան. Մեղրու պլուտոնի գրանիտոիդների իտտրիի և հազվագյուտ հողերի գեոքիմիայի շուրջը . . . 3— 45

Ա. Ս. Ֆարամազյան, Ա. Գ. Հակոբյան. Ռենիումը Հայոցձորի հանքային շրջանի մի քանի երևակումներում . . . 3— 61

Վ. Հ. Պարոնիկյան. Հայկական ՍՍՌ-ի բազմամետաղային հանքավայրերից մեկում հանք առաջացնող քիմիական էլեմենտների պարունակությունների հարաբերակցական հարցի շուրջը . . . 6— 33

Սզտակաւր հանաժոներ

Ս. Վ. Ղազարյան. Մի քանի տվյալներ Արագած լեռան պիրիտացված ապարների մասին . . . 6— 23

Սվ. Ս. Մկրտչյան. էլեմենտների տարածման առանձնահատկությունները Ախթալայի քաղմամետաղային հանքավայրի հանքամարմինների շուրջը . . . 4/5—109

Պ. Պ. Մամերյտն, Վ. Ն. Վարբանեսով. Զինդարայի հանքավայրի նմուշարկման մասին . . . 4/5—123

Ի. Ն. Զարյան. Ղափանի պղնձա-բազմամետաղային հանքավայրի հանքայնացման ստադիաների մասին . . . 4/5—131

Պ. Պ. Մամերյան, Վ. Ն. Վարբանեսով. Զինդարայի հանքավայրերի հետախուզության եղանակի մասին . . . 1— 17

Հիդրոլոգիա

է. Ա. Աբայան. Հայկական ՍՍՌ-ի ղևտերի միջին քաղմատարյան հոսքը . . . 4/5—145

Ինձեներային երկրաբանություն

Ա. Շ. Ոսկերչյան. Հայկական տեկտոնական կոմպլեքսի ինժեներա-եկրաբանական ռեգիոնների անջատման ստրուկտուր-տեկտոնական հատկանիշները . . . 4/5—155

Հ. Ն. Նուգարյան. Մերձերևանյան շրջանի միոցենի նստվածքներում աղերի տարավացման պայմանների մասին . . . 2— 37

Հ. Գ. Խաչիկյան. Լեռնային ապարների ռեֆորմատիվ բնութագրերի որոշումը ըստ բնական փորձարկումների տվյալների . . . 1— 31

Գրուհաների մեխանիկա

Գ. Բ. Սարգսյան. Լենինականի դաշտավայրի սոորին շորրորդական կավային ասպարների ստրուկտուրա-մեխանիկական հատկությունների մասին . . . 1— 43

Դեոֆիզիկա

Ա. Տ. Ասլանյան. Երկրի ներքին կառուցվածքի բվանտային տեսությունը . . . 6— 7

Աշխարհագրություն

Գ. Ս. Աբրահամյան, Ա. Բ. Խաղղասարյան. Վ. Ի. Վերնադսկու աշխատությունների

նշանակությունը ժամանակակից ֆիզիկա-աշխարհագրության հետազոտությունների համար 3— 87

Մ. Վ. Շահինյան. Հայկական ՍՍՌ-ի գետերում մաքսիմալ հոսքերի ձևավորման հարցի մասին 6— 47

Ֆիզիկական աշխարհագրություն

Հ. Կ. Գաբրիելյան. Հայկական ՍՍՌ ուելյեֆի թևրությունների մասին 1— 59

Պալեոաշխարհագրություն

Հ. Հ. Սարգսյան. Սևան-Շիրակի սինկլինորիումի պալեոաշխարհագրության համառոտ ակնարկ 2— 29

Գիտական նոթեր

Լ. Լ. Այդինյան. Անագի պարունակությունը Հայկական ՍՍՌ-ի մի քանի ջրերում 2— 73

Ի. Գ. Գասպարյան. Մերձերևանյան շրջանի նստվածքային ապարներում հայտնաբերված բնական ամալգամի և մի քանի բնածին էլեմենտների մասին 2— 67

Է. Ա. Կյուրեղյան. Ջրերում և հողի ջրային մղվածքներում կապարի փոքր քանակությունների որոշումը «Պլյումբոն-իրեա» նոր ռեակտիվի միջոցով 4/5—163

Ն. Մ. Չերնիշով, Գ. Վ. Շրամկովա. Ալավերդու շրջանի յուրայի հասակի նստվածքներում վերին դեոնյան ծաղկեփոշեհաստիկների կոմպլեքսի հայտնաբերման մասին 4/5—167

Վ. Մ. Սահակյան. Սուբհրաբխային զանգվածի դնրը հանքանյութերի ձևավորման մեջ 4/5—173

Ա. Գ. Պոսունկո. Անդրկովկասի համար հեղեղների ինտենսիվության հաշվարկի բանաձևում .Ո՞ աստիճանի ցուցարիշի և տարբեր տեղությունների հեղեղատային պարամետրի հաշվարկային կորի մասին 4/5—177

Գիտական խրոնիկա

Ա. Հ. Գաբրիելյան. Համամիութենական ևրկրորդ տեկտոնական խորհրդակցությունը և տեկտոնական հետազոտությունների խնդիրները Հայկական ՍՍՌ 4/5—179

Խրոնիկա

ՍՍՌՄ-ում միավորների միջազգային սիստեմ մտցնելու առթիվ 2— 77

Քննադատություն և բիրլիոգրաֆիա

Հ. Գ. Գրիգորյան, Է. Ա. Սաղաթելյանի «Минералогия свинцово-сурьмяных руд Азатекского месторождения Армянской ССР»—գրքի մասին 1— 63

Բիրլիոգրաֆիա

Հ. Հ. Մեֆերյան. Bibliographie Geographique Internationale 3— 93

Հավելված

Հեռն Արսենի վարդանյանցի գիտական ախատությունների ցանկը 6— 57

СОДЕРЖАНИЕ

XVI ТОМА «ИЗВЕСТИЙ» АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР (геологические и географические науки)

К. Н. Паффенгольц (к 70-летию со дня рождения)	2—3
К столетию со дня рождения выдающегося ученого и мыслителя академика В. И. Вернадского	3—3
Левон Арсенович Варданянц (к 70-летию со дня рождения)	6—3

Палеонтология

С. А. Бальян. Пыльца и споры из бакинских отложений горы Бакинский Ярус (Азербайджанская ССР)	4/5—3
--	-------

Литология

М. А. Мовсесян. Литологический очерк соленосной толщи Приереванского района	4/5—9
И. Х. Петросян. Генезис глинистых минералов в олигоцен-миоценовых осадоч- ных толщах Приереванского района Армянской ССР.	4/5—27

Стратиграфия

О. А. Саркисян. К стратиграфии пограничных слоев мела и палеогена северной и северо-восточной частей Армянской ССР	4/5—41
---	--------

Тектоника

Г. С. Авакян. О направлениях нормальных и касательных напряжений, порож- дающих тектонические разрывы	4/5—55
А. А. Габриелян. Новейшая тектоника и сейсмичность Армянской ССР и смеж- ных частей Антикавказа	4/5—63
В. Г. Кочарян, Р. Н. Таян. К вопросу о направлении движений по зоне Дебак- линского разлома	4/5—77

Петрография

С. Б. Абовян. К вопросу о петрографическом составе Кясаманского массива основных и ультраосновных пород в Армянской ССР	2—7
С. И. Баласаниян. Предверхнеюрский интрузивный комплекс Сомхето-Кафан- ской зоны	4/5—89
К. А. Карамян. Контактново-метаморфические и метасоматические процессы Каджаранского рудного поля	3—67
Э. Г. Малхасян, Ю. А. Лейе. К геологии и петрографии юрских альбитофиров Армянской ССР	2—15
Р. Н. Таян. Новые данные о геологическом строении интрузии порфировидных гранитов и гранодиоритов Мегринского плутона	3—77

Минералогия

- С. И. Баласалян. Закономерности распределения акцессорных минералов и микроэлементов в гранитоидах Сомхето-Кафанской зоны 1— 3
- И. Г. Гаспарян. Целестин в нижнетретичных отложениях Ехегнадзорского района Армянской ССР 4/5—103

Геохимия

- А. Т. Асланян. О внутренней температуре и химизме земли 3— 5
- А. Н. Гусева, В. В. Пайразян. Геохимическая характеристика рассеянного органического вещества пород третичных отложений Приереванского района 2— 29
- О. П. Гуюмджян. Образование щелочных метасоматитов на контакте интрузии Сурбкар (Пир-кая) Баргушатского хребта 3— 29
- Р. Т. Джрбашян, Э. Г. Малхасян, А. Х. Мнацаканян. Об особенностях распространения микроэлементов в палеовулканических формациях Армянской ССР 3— 15
- А. И. Карапетян. К геохимии германия в гранитоидах Анкаванского интрузивного массива 3— 37
- Б. М. Меликсетян. К геохимии иттрия и редких земель в гранитоидах Мегринского плутона 3— 45
- В. О. Пароникян. К вопросу о корреляционной связи содержания рудообразующих химических элементов на одном из полиметаллических месторождений Армянской ССР 6— 33
- А. С. Фарамазян, А. Г. Акопян. Рений в некоторых молибденовых рудопроявлениях Айоцзорского рудного района 3— 61

Полезные ископаемые

- Р. Н. Зарьян. О стадиях минерализации Кафанского медно-полиметаллического месторождения 4/5—131
- С. В. Казарян. Некоторые данные о пиритизированных породах вершины горы Арагац 6— 23
- Св. С. Мкртчян. Особенности распределения элементов вокруг рудных тел на Ахтальском полиметаллическом месторождении 4/5—109
- П. П. Цамерян, В. Е. Вартанесов. Об опробовании Джиндаринского месторождения 4/5—123
- П. П. Цамерян, В. Е. Вартанесов. О методике разведки Джиндаринского месторождения 1— 17

Гидрология

- Э. А. Атаян. Средний многолетний сток рек Армянской ССР 4/5—143

Инженерная геология

- А. Ш. Воскерчян. Структурно-тектонические признаки выделения инженерно-геологических регионов Армянского тектонического комплекса 4/5—155
- А. Н. Назарян. Об условиях выщелачивания солей в миоценовых отложениях Приереванского района 2— 37
- Г. Г. Хачикян. Определение деформативных характеристик горных пород по данным натуральных испытаний 1— 31

Механика грунтов

- Д. Б. Саркисян. О структурно-механических свойствах нижнечетвертичных глинистых пород Лениканской котловины 1— 43

Геофизика

- А. Т. Асланян. Квантовое представление внутреннего строения Земли 6— 9

География

- Г. С. Абрамян, А. Б. Багдасарян. Значение трудов В. И. Вернадского для современных физико-географических исследований 3— 87
 М. В. Шагинян. К вопросу формирования максимальных расходов воды рек Армянской ССР 6— 47

Физическая география

- Г. К. Габриелян. Об уклонах рельефа Армянской ССР 1— 59

Палеогеография

- О. А. Саркисян. Краткий очерк палеогеографии Севано-Ширакского синклинория 2— 49

Научные заметки

- Н. Х. Айдиньян. Содержание ртути в некоторых водах Армянской ССР 2— 73
 И. Г. Гаспарян. Об обнаружении амальгамы и некоторых самородных элементов в осадочных образованиях Приереванского района 2— 67
 Э. А. Кюрегян. Определение малых количеств свинца в природных водах и в водных вытяжках из почв новым реактивом «Плюмбон-Иреа» 4/5—163
 Н. М. Чернышев, Г. В. Шрамкова. О находке переотложенного верхнедевонского комплекса спор в юрских отложениях Алавердского района 4/5—167
 В. М. Саакян. Роль субвулканического массива в формировании прожилково-вкрапленных руд 4/5—173
 А. Г. Посунько. О показателе степени „л“ в формуле расчета интенсивности ливней для Закавказья и расчетной кривой ливневого параметра различных продолжительностей 4/5—177

Научная хроника

- А. А. Габриелян. Второе всесоюзное тектоническое совещание и задачи тектонических исследований в Армянской ССР 4/5—179

Хроника

- К введению Международной системы единиц в СССР 2— 77

Критика и библиография

- Г. О. Григорян. О книге Э. А. Сагателян «Минералогия свинцово-сурьмянных руд Азатекского месторождения Армянской ССР» 1— 63

Библиография

- А. А. Мекерян. Bibliographie Geographique Internationale 3— 93

Приложение

- Список научных трудов Варданянца Левона Арсеновича 6— 57

Բ Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

62

Հեղին Արսենի Վարդանյանց (ծննդյան 70-ամյակի առթիվ) 3

Գեոֆիզիկա

Ա. Տ. Ասլանյան. Երկրի ներքին կառուցվածքի քվանտային տեսություններ 9

Օգտակար հանածոներ

Ա. Վ. Հուգուրյան. Մի քանի տվյալներ Արագած լեռան պիրիտացված ապարների մասին 23

Գեոբիմիա

Վ. Հ. Պարոնիկյան. Հայկական ՍՍՏ-ի բազմամետաղային հանքավայրերից մեկում հանքառաջացնող քիմիական էլեմենտների պարունակությունների հարաբերակցական կապերի հարցի շուրջը 33

Աւթահազրույուն

Ս. Վ. Շահինյան. Հայկական ՍՍՏ-ի գետերում մաքսիմալ հոսքերի ձևավորման հարցերի մասին 47

Հավելված

Հեղին Արսենի Վարդանյանցի գիտական աշխատությունների ցանկը 67

Հայկական ՍՍՏ ԳԱ Երկրաբանական և աշխարհագրական դիտությունների «Տեղեկագրի» XVI հաստի բովանդակությունը 77

СО Д Е Р Ж А Н И Е

Стр.

Левон Арсеневич Варданянц (к 70-летию со дня рождения) 3

Геофизика

А. Т. Асланян. Квантовое представление внутреннего строения Земли 9

Полезные ископаемые

С. В. Казарян. Некоторые данные о пиритизированных породах вершины горы Арагац 23

Геохимия

В. О. Пароникян. К вопросу о корреляционной связи содержания рудообра-

зующих химических элементов на одном из полиметаллических месторождений Армянской ССР 33

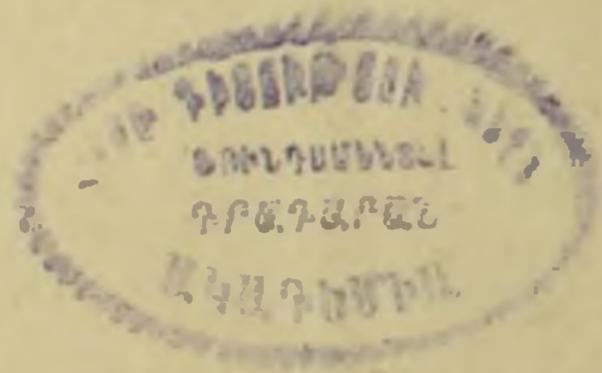
География

М. В. Шагриян. К вопросу формирования максимальных расходов воды рек Армянской ССР 47

Приложение

Список научных трудов Вэрданянца Левона Арсеновича 57

Содержание XVI тома „Известий“ Академии наук Армянской ССР (геологические и географические науки) 77



Сдано в производство 30/XI 1963 г. Подписано к печати 22/I 1964 г. ВФ 06511.
Заказ 447 Изд. 2009. Тираж 800 525 п. л.

Типография Издательства Академия наук Армянской ССР, Ереван, Барежамугян 24