

УДК 550.93.552.3

Г. П. БАГДАСАРЯН

## РАДИОЛОГО-ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ФОРМАЦИОННОМ АНАЛИЗЕ

### Общие данные

В статье обобщены накопленные автором материалы многолетних исследований по некоторым аспектам проблемы магматизма территории Армении с использованием обширного литературного материала и результатов проводимых под его руководством (с 1960 г.) радиолого-геохронологических исследований разновозрастных и разнофациальных магматических образований.

Территория Армянской ССР, занимающая центральную часть Мало-го Кавказа, по своему геологическому строению, истории геологического развития и, особенно, магматизму и металлогении известна как одна из интереснейших областей Средиземноморского орогена.

Продукты магматической деятельности присутствуют здесь в отложениях почти всех стратиграфических подразделений фанерозоя<sup>1</sup>, в закономерной связи с геотектонической эволюцией региона. Пользуются весьма широким распространением разновозрастные интрузивные, эффузивные и субвулканические образования, представленные от ультраосновных и основных до кислых и щелочных пород.

С магматическими комплексами Армении парагенетически и локально связано большое многообразие месторождений и проявлений рудных и нерудных полезных ископаемых. Поэтому вопросы установления истинного возраста сложно проявленных здесь магматических образований и связанных с ними концентратий минерального сырья имеют весьма важное научно-теоретическое и практическое значение. Взять к примеру составление регионально-геологических и прогнозно-металлогенических карт. Абсолютное датирование магматических, метаморфических и рудных формаций подводит строгую научную основу при составлении указанных карт, позволяет правильно осветить вопросы геологического строения данной территории и целенаправленно вести поиски на те или иные полезные ископаемые. Разумеется, что однозначное решение этих задач возможно лишь при комплексном рассмотрении вопросов геологии, магматизма и радиогеохронологии.

Серьезные затруднения в этом направлении во многом обусловлены неясностью возрастного положения подавляющего большинства интрузивных и вулканических образований, время формирования которых не

---

<sup>1</sup> Нет пока достаточно обоснованных данных о магматических образованиях герцинического этапа.

поддается решению классическими методами. Этот пробел во многом восполняется: а) в основном накопленным на сегодня богатым материалом радиолого-геохронологических исследований магматических и метаморфических пород (и околорудных метасоматитов); б) выполненными за последние годы более обстоятельными регионально-геологическими работами по изучению геолого-структурной обстановки, стратиграфии, морфологии, петрографии, минералогии, геохимии магматических и метаморфических образований и вопроса их взаимосвязи с тектоникой. Эти вопросы, наряду с другими, рассматривались в ряде работ, посвященных геологии, магматизму и металлогении Армении [22, 23, 24, 3, 13, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 19, 21, 25, 28, 29, 30]. Большое, а в ряде работ специальное, внимание проблеме взаимосвязи магматизма и тектоники Малого Кавказа уделено в работах Леонтьева и Хаина [23], Асланяна [3], Габриеляна [13, 14, 15, 16, 17], Милановского [25, 26], Джрбашяна, Меликсетяна и Мелконяна [20], Габриеляна, Багдасаряна и др. [18].

Широкое применение результатов кали-аргонового и частично рубидий-стронциевого радиологических исследований возраста изверженных и метаморфических пород [2, 6, 7, 8, 9, 10, 19] наряду с обширным материалом детальной геологической и петрологической изученности позволяет с достаточным основанием датировать основные этапы тектоно-магматических событий на примере территории Армении.

Обобщение за последние годы накопленного большого фактического материала как регионально-геологического изучения Армении и сопредельных с нею районов, так и детальных исследований слагающих ее структурных зон и участков с использованием данных радиогеохронологии позволило исследователям вывести некоторые закономерности временной и пространственной взаимосвязи магматизма и тектоники, которые в общих чертах выражены в следующем. Мощное проявление эффузивного вулканизма соответствует стадиям наиболее интенсивного прогибания геосинклиналей и образования интрагеоанатиклиналильных зон. Внедрение крупных гранитоидных масс приурочено к этапам наиболее интенсивной складчатости. Интрузивы гипербазитовых поясов пространственно и во времени сопряжены с глубоким погружением узких геосинклинальных прогибов, приуроченных к зонам глубинных разломов регионального характера. Типичные щелочные и субщелочные интрузивные, эффузивные и субвулканические образования характерны для орогенной стадии развития геосинклинали и приурочены, главным образом, к зоне сопряжения последней с жесткими горст-антиклинорными блоками.

На общем фоне поступательного, направленного процесса геосинклинальной эволюции намечается, в общем, следующая последовательность проявления магматизма: а) начальный, эффузивный (и субвулканический); б) плутонический; в) эффузивный (и субвулканический), орогенный, финальный.

Недавнее обобщение большого накопленного материала (около 3000 определений) детального изучения радиологического возраста всей слож-

ной совокупности разновозрастных магматических и метаморфических образований различных структурных зон на фоне имеющихся геологических, петрографических и др. данных позволило дать гораздо большую чем до сих пор [18, 20] радиогеохронологическую основу в отношении обстоятельного возрастного расчленения магматических пород по тектоно-магматическим этапам с выделением около тридцати формаций и субформаций. Причем эти данные в основном подтверждают, дополняют и несколько уточняют работы, посвященные проблеме магматических формаций [18, 20]. Определены также место и время эндогенной рудной минерализации (по околорудным метасоматитам), парагенетически и локально связанной с указанными формациями.

Следует отметить, что при формационном анализе мы исходим из следующего понимания термина «магматическая формация», основанного на представлениях Г. Д. Афанасьева, Ю. А. Билибина, Ю. А. Кузнецова и Е. К. Устиева: это закономерно повторяющаяся ассоциация преимущественно монофациальных, близких по возрасту магматических пород (и связанных с ними метаморфических и рудных образований), возникшая в общих геолого-структурных условиях при едином тектоническом режиме. Члены формации характеризуются сходными чертами вещественного состава и/или тесными парагенетическими взаимоотношениями.

Охарактеризованные ниже магматические формации являются конкретными ассоциациями пород, эквивалентными «магматическим комплексам» Ю. А. Кузнецова. Для подформационной ассоциации пород мы придерживаемся термина «субформация», а для обобщенных (надформационных) типовых ассоциаций — термина «формационный тип», введенного Н. И. Херасковым (1953). Таким образом выделенные ниже формации пород являются *конкретными магматическими формациями*, т. е. магматическими комплексами.

### *Методы радиолого-геохронологических исследований*

Исследованные образцы были отобраны в большинстве случаев автором в процессе его полевых геолого-петрографических исследований из различных возрастных и фациальных типов магматических образований Армении и отчасти прилежащих к ней районов. Отбирались наиболее характерные образцы, представляющие различные структурно-текстурные и петрографические разновидности, слагающие изучаемый интрузивный массив, субвулканическое тело, лавовый покров, поток, разрез вулканической и метаморфической толщи и т. д. Часть образцов, дополняющих наши сборы, представлялась на радиологическое изучение исследователями различных районов.

Все образцы подвергались нами детальному микроскопическому изучению. Для определения возраста отбирались наиболее свежие, не подвергшиеся каким-либо изменениям образцы, а для определения возраста

оруденения обращалось основное внимание на типичные околорудные метасоматиты, не носящие при этом реликтов первичной породы.

Подавляющее большинство возрастных определений выполнено по породе в целом (по валовой пробе), что обусловлено отсутствием или незначительным содержанием в породах слюды. При заметном содержании последней минерал сепарировался, возраст определялся по слюде и одновременно по породе в целом. Несколько десятков подобных определений мезокайнозойских пород Армении с достаточной убедительностью показали, что возрастные значения, полученные по породе, обнаруживают незначительное аргоновое омоложение по отношению к выделенной из породы слюде. Разница колеблется в подавляющем большинстве случаев в пределах 8—12%, в среднем 10%, т. е. в пределах погрешности кали-аргонового метода. Поэтому при геологической интерпретации полученных по валовой пробе К/Аг возрастных значений, на наш взгляд, целесообразно рассмотреть эти данные с поправкой на 10% со знаком +.

Возраст данного интрузива, экструзива, дайки, вулканической толщи, потока и пр., как правило, устанавливался по данным нескольких образцов, показывающим обычно хорошее схождение цифр. Исследования для значительной части образцов осуществлялись двумя параллельными взаимоконтролирующими вариантами кали-аргонового метода — объемным и изотопным разбавлением (аргоном 38) на различных приборах и различными операторами независимо друг от друга.

Радиолого-геохронологические исследования проводились в Лаборатории ядерной геохронологии ИГН АН Арм. ССР.

Химические анализы калия выполнялись перхлоратным (М. Х. Гукасян и С. О. Шишян) и пламенно-фотометрическими методами (Б. З. Насардинова). Многочисленные контрольные анализы проводились в ИМГРЭ Л. Мушко. Масс-спектрометрический изотопный анализ выполнялся Р. Х. Гукасяном. Выделение аргона на приборе Хлопина-Герлинга производилось Э. А. Саркисяном и Л. М. Хачатряном и периодически контролировалось Р. Х. Гукасяном.

Суммарная погрешность в определении значений абсолютного возраста образцов оценивается до  $\pm 7-8\%$ .

Необходимо подчеркнуть, что для получения более точных возрастных значений по нашей лаборатории, как правило, вся серия исследований на каждой пробе, начиная от химического анализа калия и кончая масс-спектрометрическим изотопным анализом, проводилась дважды.

В качестве дополнительного методического контроля полученных возрастных значений, как правило, периодически, после определения ряда образцов ставились сверочные анализы всесоюзных геохронологических эталонных проб. Все это позволяет быть уверенным в надежности полученных радиогеохронологических данных.

*Последовательность и время развития тектоно-магматических процессов*

Корреляция данных обобщений указанных выше исследователей (в том числе и автора) по геологии, магматизму и метаморфизму территории Армении с результатами наших радиолого-геохронологических исследований раскрывает картину сложного, многоэтапного и интенсивного проявления здесь тектоно-магматических процессов в ее различных структурно-фациальных зонах.

По данным последних регионально-геологических обобщений [13—18], начиная с нижней юры, на значительной части территории Армении и сопредельных с нею районов (Сомхето-Карабахская зона) устанавливается эвгеосинклинальный режим развития. Собственно геосинклинальная стадия охватывает время от юры до среднего эоцена, а с верхнего эоцена до антропогена включительно страна вступает в орогенную стадию развития.

В геосинклинальной стадии ( $J_1 - P_{g_1}^2$ ) выделяются тектоно-магматические этапы:

1. Раннеальпийский (киммерийский) ( $J_1 - Cr_1$ ), подразделяющийся на два подэтапа: а) ниже-среднеюрский ( $J_1 - J_2$ ) и б) верхнеюрский-нижнемеловой ( $J_3 - Cr_1$ ).

2. Среднеальпийский ( $Cr_1^{al} - Cr_2$ ).

3. Позднеальпийский ( $P_{g_1}^1 - P_{g_1}^2$ ).

В орогенной стадии ( $P_{g_1}^3 - Q$ ) выделяются два тектоно-магматических этапа:

1. Раннеорогенный ( $P_{g_1}^3 - N_1^2$ ), подразделяющийся на два подэтапа:

а) верхний эоцен-нижнеолигоценовый ( $P_{g_1}^3 - P_{g_1}^1$ );

б) верхний олигоцен-среднемиоценовый ( $P_{g_1}^3 - N_1^2$ ).

2. Позднеорогенный ( $N_1^3 - Q$ ), подразделяющийся в свою очередь на два подэтапа:

а) верхний миоцен-среднеплиоценовый ( $N_1^3 - N_2^2$ );

б) верхний плиоцен-антропогеновый ( $N_2^3 - Q$ ).

Каждый из этих этапов и подэтапов характеризуется определенным рядом магматических формаций, отчетливо выделяющихся в основном геологическими, петрографическими и радиогеохронологическими данными.

Возрастное расчленение магматических формаций, выяснение их взаимосвязи с тектоническими элементами позволяют дать обоснованное датирование тектоно-магматических процессов.

*А. Краткая характеристика магматических формаций, геосинклинальной стадии, структурно-геологических условий их образования и возрастные данные*

Магматические формации раннеальпийского этапа ( $J - Cr_1$ ). Начало альпийской геосинклинальной стадии развития знаменуется раскалыванием доальпийского фундамента, заложением глубинного разлома

северо-западного простирания с расчленением территории Армении и прилежащих областей на Сомхето-Кафанскую эвгеосинклинальную и Центрально-Армянскую геоантиклинальную зоны. Начинаясь в лейасе с накопления терригенных отложений, глубокое прогибание в байосе сопровождается интенсивной вулканической деятельностью по всей Сомхето-Кафанской зоне и накоплением мощной (свыше 2500 м) толщи андезито-базальтов, базальтов, андезитов, андезит-дацитов и их пирокластов при преобладании андезитов.

Породы эти образуют дифференцированную (1)<sup>1</sup> *базальт-андезит-дацитовую формацию*; принадлежат к известково-щелочному ряду с пониженной щелочностью (натриевой). В кислых дифференциатах отмечается несколько повышенная глиноземистость.

На участках локальных интрагеоантиклинальных поднятий эвгеосинклинали извержения основной магмы сменяются (в конце байоса) эффузивными и субвулканическими образованиями кварцевых дацитов, плагиолипаритов. Образуется однородная (2) *плагиолипаритовая субформация*.

Предверхнеюрская складчатость и поднятия Сомхето-Кафанской эвгеосинклинали, обуславливающие образование Алавердского, Шамшадинского (Шамхорского), Кафанского и др. антиклинорий, сопровождаются внедрением многофазных плагиогранитных интрузивов (Ахпагского, Тавушского, Хндзорутского, Атабек-Славянского и др.). Характерны для них повышенная глиноземистость при натриевой щелочности, пониженное содержание малых петрогенных элементов (Li, Rb, Cs), отсутствие редкометалльных аксессуариев. Выделяется таким образом четко выраженная (3) *плагиогранитная формация*.

На примере Шамшадинского антиклинория, характеризующегося широким развитием плагиолипаритов и плагиогранитов, намечается их тесная временная и пространственная сопряженность, общность петро- и геохимических черт, что позволяет отнести их к единой *вулкано-плутонической ассоциации* (20). Судя по геологической обстановке, петрографо-минералогическим и петро-геохимическим особенностям, исходной для данной ассоциации явилась, по-видимому, кислая магма базальтоидного ряда.

Повторное неглубокое погружение Сомхето-Кафанской геосинклинали, начавшееся в ее СЗ части (Алаверди) в келловее и постепенно охватывающее ЮВ часть (Кафан), вслед за терригенно-карбонатными отложениями сопровождается, в оксфорде, субэральным вулканизмом, сменяющимся в кимеридже карбонатным осадконакоплением. Формируется толща андезитов, андезито-базальтов и андезито-дацитов при подавляющем развитии первых. Выделяется таким образом дифференцированная (4) *базальт-андезит-дацитовая формация*. В юго-восточной

<sup>1</sup> Здесь и дальше цифры, приведенные в круглых скобках перед наименованием данной формации, указывают на последовательность их образования, а в данных ниже таблицах—абсолютный возраст формации.

части прогиба погружение продолжается до нижнего мела. Эксплозивный вулканизм среднего валанжина сменяется здесь осадконакоплением до апта.

С крупным воздыманием Сомхето-Кафанской зоны, начавшимся в с.-з. части в конце юры и постепенно охватывающим ее ю.-в. часть (в конце нижнего мела), связано интенсивное формирование субвулканических тел натриевых липаритов. Они являются дорудными по отношению к колчеданному оруденению данной зоны и составляют (5) *липаритовую субформацию*.

С указанной фазой тектогенеза связано формирование крупных гранитоидных массивов, причем в с.-з. части зоны в верхней юре-неокоме (Кохб-Шнохский, Цахкашатский, Бардадзорский), а в ю.-в.—перед альбом (Цавский и Вачаганский). Интрузивы многофазные, сложены преимущественно кварцевыми диоритами с небольшим участием диоритов, гранодиоритов, трондjemитов, гранитов. Характеризуются они значительным гибридизмом, известково-щелочным химизмом с нормальной (натриевой) щелочностью, низкой железистостью феррических минералов, незначительной ролью редкометалльных аксессуариев и малых петрогенных элементов (Li, Rb, Cs) и Tl [20].

Рассматриваемые интрузивы объединяются в (6) *диоритовую формацию*.

Возрастное положение раннеальпийских магматических формаций дается в таблице 1.

Таблица 1

Наименование пород и геологических структур	Кол-во серий определений	Возрастные значения в млн. лет
<b>А. Нижне-среднеюрский подэтап (J<sub>1</sub>—J<sub>2</sub>)</b>		
(1) Андезиты байоса (Алаверди)	8	161—167
(1) Андезиты байоса (Кафан)	8	162—164
(2) Кварцевые дациты (Алаверди)	4	159—163
(2) Их туфобрекчии (Алаверди)	4	165—167
(3) Плагнограниты (Шамшадин, Алаверди)	10	158—164
<b>Б. Верхнеюрский-нижнемеловой подэтап (J<sub>3</sub>—C<sub>1</sub>)</b>		
(5) Субвулканические натриевые липариты (Алаверди)	23	136—145
(5) Субвулканические натриевые липариты (Алаверди)	12	139—149
(6) Кохб-Шнохский интрузив (Алаверди)	51	126—138
(6) Цахкашатский интрузив (Алаверди)	16	124—138
(6) Атанский интрузив (Алаверди)	14	131—137
(6) Вачаганский интрузив (Кафан)	6	114—117
(6) Цавский интрузив (Кафан)	9	110—122

*Формации среднеальпийского этапа (C<sub>1</sub><sup>al</sup>—C<sub>1</sub>)*. Развитие магматизма и образование формаций данного этапа значительно отличаются от таковых раннеальпийского этапа. Обусловлено это крупными изменениями в структурном плане Малого Кавказа, замыканием ранних и формированием новых (наложенных) узких трогообразных про-

гибов (Севано-Акеринский, Еревано-Вединский, Айоцдзор-Ордубадский, Прикуринский), сопряженных с возникновением новых глубинных разломов с.-з. простирания<sup>1</sup>. Первые два приразломные прогиба и связанный с ними магматизм продолжают свое развитие и в палеогеновом этапе, причем с заложением первого из них Сомхето-Кафанская зона расчленяется на собственно Сомхето-Карабахское и Кафанское геоантиклинальные поднятия.

Вулканизм Прикуринского и сопряженных с ними поперечных (Иджеванский и др.) прогибов выражен [28]: а) в верхнем коньяке-нижнем сантоне—в прибрежной морской фации, слагающей толщу до 1 км мощности оливин-базальтовых и андезитовых пород. Относятся они к (7) *базальт-андезитовой формации*; б) в верхнем сантоне—субаэральной фации и кислого характера. Образуются пирокласты, потоки и крупные экструзивы липаритового состава, сопряженные с с.-з. зоной поднятия. Выделяется (8) *липаритовая субформация*.

Породы обеих формаций принадлежат к известково-щелочному типу, причем в первой они отличаются повышенной известковистостью, железистостью и глиноземистостью, для второй характерна некоторая изменчивость в соотношениях щелочей.

Магматизм Севано-Акеринского и Еревано-Вединского меловых прогибов характеризуется некоторыми общими чертами.

В Еревано-Вединском прогибе вулканические породы нижнеконьякского возраста представлены базальтами, диабазами, в меньшей мере, андезито-базальтами, их туфобрекчиями и туфами. По своим петрографическим и химическим особенностям (повышенное содержание щелочей при значительном преобладании натрия) они относятся к (9) *спилит-диабазовой формации*. С этой формацией локально и во времени тесно связаны мелкие интрузивные тела диабазов, габбро-диабазов и диоритов, характеризующиеся близкими с ее породами петрохимическими чертами. Интрузивы эти объединяются в (10) *габбро-диабазовую формацию*.

В развитии магматизма Севано-Акеринского и Еревано-Вединского прогибов важная роль принадлежит интрузиям ультраосновных и основных пород. Размещены они на бортах указанных прогибов линейно, в виде средних и мелких разобщенных тел, и контролируются глубинными разломами, слагая, соответственно, северное и южное офиолитовые пояса Закавказья, продолжаясь далее в Северную Анатолию.

В вопросе о формационной принадлежности и возрасте интрузивов Армянской части офиолитового пояса взгляды исследователей расходятся. Одни рассматривают их в составе единой эоценовой габбро-перидотитовой формации [30, 1], другая группа [29 и др.] выделяет две разновозрастные формации: верхнемеловую гипербазитовую и палеогеновую габброидную.

---

<sup>1</sup> Начало заложения Севано-Акеринского и Прикуринского прогибов относится, вероятно, к концу юры—началу мела и обусловлено крупным глыбовым воздыманием Сомхето-Кафанской зоны

Возраст интрузивов офиолитового пояса первая группа исследователей разделяет на предкампанский и верхнеэоценовый, вторая группа рассматривает их как досантонские внедрения, которые, в последующем претерпели тектоническое выжимание в твердом состоянии (протрузии) в отложениях сенона и эоцена.

Радиологически устанавливается эоценовый возраст габбровых пород (табл. 3). К сожалению, гипербазиты не поддаются К/Аг датированию из-за ничтожного содержания калия. Гипербазиты же геологически подавляющим большинством исследователей относятся к докампанскому возрасту.

Таким образом, можно выделить интрузивы офиолитовых поясов Армении и сопредельных областей в две формации: а) *сенонскую (11) гипербазитовую формацию*, сложенную гарцбургитами, дунитами, пироксенитами; б) *эоценовую (12) габброидную*, дифференцированную, представленную различными габбро, пироксенитами, верлитами, троктолитами, кварцевыми диоритами и плагиогранитами.

Родоначальными для этих формаций являются, вероятно, выплавки мантийного вещества.

Следует отметить, что магматические внедрения среднеальпийского этапа радиологически отмечены также в сопредельных с Прикуринским и Севано-Акеринским прогибами, соответственно, Алавердском и Кафанском антиклинориях. По-видимому, эти внедрения являются «отзвуками» проявившегося в указанных прогибах мелового магматизма. Так, в пределы Алавердского антиклинория заходят липариты Карнутского экстрозива, Кафанского антиклинория — дайки и мелкие штокообразные тела диабазов, габбро-диоритов, диоритов, а также экстрозивные образования липаритов.

Радиологический возраст пород некоторых среднеальпийских формаций дается в таблице 2.

Таблица 2

Наименование пород и геологических структур	Кол-во серий определений	Возрастные значения в млн. лет
(8) Липариты (Прикуринский прогиб)	14	84—77
(8) Липариты и липарито-дациты (Кафанский антиклинорий)	23	90—88
(10) Габбро-диориты, диабазы (Кафанский антиклинорий)	29	87—77

*Формации позднеальпийского этапа ( $P_{г.}^1$  —  $P_{г.}^2$ ).* Магматизм рассматриваемого этапа отличается мощным проявлением (особенно в среднем эоцене), сложностью состава и фациальных условий, а также разнообразием образующихся формаций. Эти особенности причинно обусловлены дальнейшей эволюцией тектонических структур области, в основном: а) происходившими перед палеогеном региональными складчатыми движениями; б) дроблением фундамента и дифференцированными движениями возникших блоков, приведшими к расчленению геосинклинальных

прогибов поперечными перемычками на отдельные прогибы; в) самостоятельностью тектонического режима развития последних, обусловившего природу возникающих магматических формаций.

Вулканическая деятельность сосредоточивается в расчлененных прогибах Севано-Акеринской геосинклинали (Севано-Ширакском, Кельбаджарском, Южно-Сюникском), а также в развивающихся юго-западнее от них прогибах (Айоцдзор-Ордубадском и Еревано-Вединском), сопряженных с крупными разломами с.-з. простирания. Интенсивное прогибание и вулканизм происходят в первых четырех структурах.

В связи с дифференцированными погружениями вулканизм в раннем эоцене проявляется в с.-з. части Севано-Ширакского и в Южно-Сюникском синклиориях. В первом формируется толща (до 0,5 км) андезитов, андезито-дацитов и липаритов преимущественно в пирокластической фации с подчиненными лавами и экструзивами. Объединяются они в (13) андезит-дацитовую формацию. Во втором образуется более мощная (до 1 км) и неоднородная по составу толща андезито-базальтов, андезитов, их пирокластолитов, относящаяся к (14) андезитовой формации.

Наиболее интенсивное погружение с бурным подводным вулканизмом происходит в среднем эоцене. В Севано-Ширакском прогибе формируется мощная (свыше 2,5 км) толща, сложенная лавами, туфобрекчиями, туфами, с локализованными в ней экструзивными образованиями. Породы представляют серию от базальтов до липарито-дацитов при значительном преобладании среднекислых разновидностей. Объединяются они в дифференцированную (15) базальт-андезито-дацитовую формацию, характеризующуюся нормальным известково-щелочным химизмом.

Крупное погружение Севано-Ширакского прогиба в среднем эоцене вовлекает с собой в его северной части Лалварский блок Сомхето-Карабахской консолидированной складчатой, геоантиклинорной зоны. В пределах Лалварского наложенного прогиба накапливается близкая по составу с собственно Севано-Ширакским серия вулканических образований в той же (15<sup>a</sup>) базальт-андезит-дацитовой формации.

Менее интенсивно проявляется вулканическая активность среднего эоцена в пределах Южно-Сюникского синклиория и, значительно слабее, в Айоцдзорском прогибе. В последнем при преобладающем развитии терригенно-карбонатных и осадочно-вулканогенных отложений эффузивные породы имеют незначительное распространение и представлены в основном андезитами.

К поздне-среднеэоценовой, доскладчатой стадии развития Севано-Ширакского и Айоцдзор-Ордубадского прогибов относятся [20, 18] мелкие, однофазные штоко- и дайкообразные, реже силлоподобные приповерхностные интрузивные тела габбро, габбро-диоритов и реже диоритов. Выделяются они в (16) габбро-диоритовую формацию. Породы относятся к известково-щелочному ряду, с некоторым дефицитом кремнезема и повышенным содержанием элементов группы железа (Ti, Mn, V, Ni, Co) и Si.

Радиологический возраст пород формаций позднеальпийского этапа дан в таблице 3.

Таблица 3

Наименование пород и структур	Колич. серий определений	Возрастные значения в млн. лет
(13) Андезиты с.-з. части Севано-Ширакского синклинория	6	48—50
(14) Андезиты, андезито-базальты Южно-Сюникского синклинория	12	48—50
(15) Андезиты, андезито-базальты, андезито-дациты средней и ю.-в. частей Севано-Ширакского синклинория	15	47—53
(15а) Андезиты, дациты, липариты Лалварского прогиба	14	45—48
(16) Габбро, габбро-диориты, диориты Южно-Сюникского синклинория	4	45—50
(12) Габбро. Севано-Ширакский синклинорий	26	48—52

*Б Краткая характеристика магматических формаций орогенной стадии, структурно-геологических условий их образования и возрастные данные*

Орогенная стадия ( $P_{g_1}^3 - Q$ ) альпийского тектоно-магматического цикла, начинающаяся собственно с предверхнеэоценового времени, на территории Армении и в сопредельных районах знаменует собой период складкообразовательных движений, замыкания наложенных геосинклинальных прогибов, горообразования, формирования краевых внутренних и остаточных прогибов; проявляется мощный орогенный вулканизм. По характеру геотектонического развития и вулканизму в этой стадии выделяются два этапа: раннеорогенный (верхний эоцен—средний миоцен) и позднеорогенный (верхний миоцен—антропоген).

В начале раннеорогенного этапа происходят существенные изменения в структурном плане области, обусловленные складчатыми и дифференцированными вертикальными блоковыми движениями. Проявляясь более интенсивно в Севано-Ширакском прогибе, они приводят к крупному воздыманию его средней, глубоко прогнутой полосы и превращению в зону Центрального поднятия.

Магматические формации раннеорогенного этапа ( $P_{g_1}^3 - N_1^2$ ) отличаются относительно слабо проявленным эффузивным и наиболее интенсивным плутоническим магматизмом. В тесной связи с геотектоническим развитием страны они выделяются в два подэтапа: I—предверхнеэоцен-нижнеолигоценовый; II—верхнеолигоцен-нижнемиоценовый.

I. С предверхнеэоценовыми складчато-глыбовыми движениями указанных прогибов сопряжено во времени и в пространстве формирование интрузивов (17) габбро-диорит-гранодиоритовой формации, пользующихся особо широким развитием в Севано-Ширакском синклинории и в смежном Лалварском прогибе.

Они многофазны, вытянуты большей частью вдоль крупных с.-з. и, реже, сопряженных с ними с.-в. разломов. Преобладающие гранитоид-

ные массивы неоднородны по составу, сложены кварцевыми диоритами, диоритами, гранодиоритами, реже габбро-диоритами, плагиогранитами, адамеллитами, тоналитами. Лишь отдельные массивы состоят из габбро, габбро-диоритов и габбро-пироксенитов.

К первой группе принадлежат крупные Базумский и Банушский массивы и ряд небольших интрузивов: Чернореченский, Урут-Ягданский, Галаварской группы, Ждановский, Хндзорутский, Дилижанский и др. Ко второй группе относятся небольшие Лермонтовский, Марципанский, Гликский и Дзагидзорский массивы.

Породы этой формации принадлежат к известково-щелочному ряду при повышенной роли магния, извести и натрия. Характерными акцессорными элементами являются Pb, Zn, а также Sr, Li, B, Cl [20].

Мощные складчато-блоковые движения, приведшие к геоантиклинальным воздыманиям и образованию краевых, межгорных и остаточных прогибов, в Севано-Ширакском (в верхнем эоцене) и Айоцзор-Ордубадском (в конце эоцена—нижнем олигоцене) синклинориях [18], сопровождаются интенсивным магматизмом. Намечается последовательное проявление в смежных структурах указанных синклинориев неоднородных по составу продуктов вулканизма, формировавших (18) дифференцированную андезит—дацит-риолитовую и (20) трахиандезит-лейцитифировую формации.

*Андезит-дацит-риолитовая формация* представлена преимущественно эффузивными, реже субвулканическими андезитами, андезитодацитами, риолитами, при подчиненной роли андезито-базальтов. Приурочены они к Базумо-Лорийскому, Амулсарскому и Ордубадокому прогибам; принадлежат к известково-щелочному ряду с несколько повышенной щелочностью.

*К трахиандезит-лейцитифировой формации* относятся: трахиандезиты, ортофиры, кератофиры, трахиты, эпилейцитовые порфиры, фонолиты. Образования этой формации тяготеют к жесткому доюрскому блоку на участке сопряжения его с глубинным Анкаван-Сюникским разломом; приурочены к Памбакскому прогибу и отличаются резко выраженным щелочным характером при повышенном значении калия. Слагают они эффузивно-субвулканическую фацию Тежсарской вулкано-плутонической ассоциации.

Толща эффузивов мощностью свыше 600 м сложена трахиандезитами, кератофирами, ортофирами, трахитами, эпилейцитовыми порфирами и фонолитами. Сопровождается она крупными дуговыми дайками эпилейцитовых порфиров, трахитов, бостонитов и очень редко тефритов и лампрофиров.

С верхнеэоцен-нижнеолигоценовыми тектоническими движениями связан бурно проявленный на территории Армении и прилежащих районов интрузивный магматизм среднекислого и щелочного ряда, контролируемый, по-видимому, долгоживущим Анкаван-Сюникским глубинным разломом.

В пределах Айоцзор-Ордубадского синклинория формируется круп-

нейший в Закавказье Мегри-Ордубадский гранитоидный плутон (включая и Баргушатские массивы) и многочисленные небольшие тела Айоцзорского района. Большое многообразие пород, слагающих интрузивы, выделяется в самостоятельные фазы внедрения: а) габброидов; б) сиенито-диоритов, монцонитов, щелочных сиенитов; в) граносиенитов и гранодиоритов. Сопровождаются они значительными вариациями состава, а также субфазами и дополнительными интрузиями габброидов, диоритов и лампрофиров. Все эти интрузивы объединяются в (19) *габбро-монцонит-сиенитовую формацию*. В Севано-Ширакском синклинории к данной формации принадлежат Ахавнадзорский массив монцо-диоритов, монцонитов, тоналитов, Северо-Такарлинский и Амзачиманский интрузивы сиенито-гранитов и граносиенитов. Наиболее крупный Тежсарский интрузив, сложенный псевдолейцитовыми нефелиновыми, щелочными сиенитами и реже монцонитами, является уникальным на Кавказе примером интрузии центрального типа, характеризующимся кольцевыми, коническими дайкообразными телами и концентрически зональным строением. Составляют они (20) интрузивную фацию Тежсарской вулканоплутонической ассоциации, эффузивные и субвулканические образования которой охарактеризованы выше.

В петрохимическом отношении породы этой ассоциации имеют типичный щелочной характер, обладают повышенным содержанием щелочных алюмосиликатов, нормальной (и отчасти избыточной) глиноземистостью, заметной вариацией полевошпатовой извести, резким калийным характером пород при почти постоянном отношении К/Na.

Радиологический возраст верхнеэоцен-нижнеолигоценного подэтапа магматических формаций дается в таблице 4.

Таблица 4

Наименование пород и структур	Колич. серий определений	Возрастные значения в млн. лет
(17) Кварцевые диориты, гранодиориты Севано-Ширакского синклинория	38	42—52
(17) Габбро, габбро-пироксениты, габбро-диориты Севано-Ширакского синклинория	18	40—47
(18) Андезиты, андезито-дациты, риодациты Севано-Ширакского и Айоцзор-Ордубадского синклинориев	41	38—40
(19) Габброиды, сиенито-диориты, монцониты, щелочные сиениты, граносиениты Айоцзор-Ордубадского синклинория	184	36—41
(20) Трахиандезиты, трахиты, эпилейцитовые порфиры Севано-Ширакского синклинория	39	36—37
(20) Нефелиновые, псевдолейцитовые, щелочные сиениты Севано-Ширакского синклинория	66	35—38

К *габбро-монцонит-сиенитовой формации*, с некоторой долей вероятности, можно отнести также еще недостаточно изученную группу нижнеолигоченовых мелких интрузивов Айоцзорской части Айоцзор-Ордубадского синклинория, представленных монцонитами, гранодиоритами, гра-

носненитами, реже кварцевыми- и габбро-диоритами, с абсолютными возрастными значениями 35—32 млн. лет.

II. В верхнеолигоцен-нижнемиоценовом подэтапе геотектонической эволюции происходят общее сводово-глыбовое воздымание области, дальнейшее раскалывание субстрата и складчатых структур, сокращение прогибов, образование межгорных депрессий и впадин, сопровождающихся накоплением орогенных отложений. Эффузивный вулканизм проявляется чрезвычайно слабо, выражен редкими лавовыми потоками и субвулканическими телами: трахиандезиты ю.-в. части Севано-Ширакского синклинория (района Зод и басс. р. Тер-тер), санидиновые порфиры басс. р. Гетик, трахидациты перевала Джбанд (Айоцдзор-Ордубадский синклинорий). Этот комплекс пород может быть объединен в (21) *трахиандезит-трахидацитовую субформацию*, для которой характерна субщелочная природа с повышенным значением калия.

В рассматриваемом подэтапе проявляется интенсивный магматизм в пределах Айоцдзор-Ордубадского синклинория. Здесь формируется верхнеолигоцен-нижнемиоценовый комплекс приповерхностных интрузивов порфировидных гранитов, гранодиоритов, с сопровождающими их порфирами и др. дериватами. Представлены они крупным Вохчинским и сравнительно небольшими Шенатагским, Казанличским и Прошибердским массивами. Этот комплекс выделяется в самостоятельную (22) *гранитовую формацию*, породы которой характеризуются лейкократовым порфировидным обликом, некоторой контаминированностью вмещающими породами, близким к эвтектоидному минеральному составом, интенсивным калиевым метасоматозом и повышенной калиевой щелочностью.

Радиологические возрастные данные магматических формаций верхнеолигоцен-нижнемиоценового подэтапа приводятся в табл. 5.

Таблица 5

Наименование пород и структур	Кол-во серий определений	Возрастные значения в млн. лет
(21) Трахиандезиты (лавы и экструзии) ю.-в. части Севано-Ширакского синклинория	10	21—24
(21) Санидиновый порфир экструзии басс. р. Гетик, Севано-Ширакский синклинорий	2	23—27
(21) Трахидацит перевала Джбанд Айоцдзор-Ордубадского синклинория	3	21—23
(22) Граниты и гранодиориты порфировидные и среднезернистые Вохчинского, Казанличского и др. массивов Айоцдзор-Ордубадского синклинория [19]	108	21—25

*Магматические формации послеорогенного этапа* ( $N_1 - Q$ ) принадлежат к двум подэтапам тектоно-магматической активизации: I—верхнему миоцену—среднему плиоцену и II—верхнему плиоцену-антропогену.

I. Геотектоническое развитие территории Армении и сопредельных с нею районов в первом подэтапе, начиная с верхнего миоцена, харак-

теризуется общим воздыманием области, уничтожением остаточных прогибов и депрессий и наступлением континентального режима развития. Дифференцированные блоковые движения приводят к образованию преимущественно в Западном Айоцдзоре многочисленных экструзивов, потоков и пирокластических скоплений. Представлены они большей частью санидиновыми трахилипаритами, трахиандезито-дацитами; принадлежат к субщелочному ряду с калиевой повышенной щелочностью. Выделяются они в (23) *андезито-дацит-трахилипаритовую формацию*.

Дифференцированные глыбово-блоковые воздымания и связанная с ними вулканическая активность в нижнем-среднем плиоцене получают широкое развитие, протягиваясь с СЗ на ЮВ по всей территории Армении и прилежащих районов. Главенствующую контролирующую роль указанных тектоно-магматических событий играет, по-видимому, Анкаван-Сюникский глубинный разлом. Деятельность полигенных вулканов приводит к формированию в озерно-континентальных условиях мощной—до 1 км толщи туфобрекчий, агломератов, их туфов и туфопесчанников, сопровождающихся синхронными лавовыми потоками и экструзиями. Породы этого комплекса представлены андезитами, дацитами, риодацитами, реже андезито-базальтами. Объединяются они в (24) *андезито-дацит-липаритовую формацию*, характеризующуюся известково-щелочным химизмом. К данной формации относятся в с.-з. сопредельной части Армении гюдерзская, а в средней части Армении—вохчабердокал толщи.

После значительного перерыва возобновляющаяся вулканическая активность среднего плиоцена обуславливает широкое развитие эффузивно-субвулканических образований, контролирующихся Анкаван-Сюникским региональным долгоживущим глубинным разломом. В пределах Цахкуняцкого, Гегамского, Айоцдзорского и Южно-Сюникского районов пользуются широким развитием покровы, потоки и нередко купола и дайкообразные тела андезитов, трахиандезитов, дацитов, трахидацитов, риодацитов, трахилипаритов. Образуют они нередко толщи мощностью до 250—300 м. По подавляющему развитию первых, этот комплекс может быть отнесен к (25) *трахиандезит-трахидацитовой формации*. Породы характеризуются щелочно-известковым химизмом с несколько повышенным содержанием щелочей.

Радиологические возрастные значения магматических формаций верхнемиоцен-среднеплиоценового подэтапа даны в таблице 6.

II. Вслед за наступившим после среднего плиоцена ослаблением тектонических движений, мощный наземный вулканический пироксизм, начиная с верхнего плиоцена, продолжается в антропогене. Вулканические события обусловлены сводово-глыбовым воздыманием ранее формировавшихся антиклинальных и грабенообразным опусканием синклинальных структур. Разломы, возникающие в зонах сопряжений этих структур, и оживление глубинного с.-з. Анкаван-Сюникского регионального разлома являются магмоконтролирующими тектоническими элементами. Од-

Таблица 6

Наименование пород и районов	Колич. серий определений	Возрастные значения в млн. лет
(23) Трахиандезиты, андезиты, трахилипариты санидиновые. Айоцдзорский синклиниорий, районы сс. Эльпини, Рипд, Ахавнадзор, Зовашен, басс. р. Веди	46	11—14
(24) Андезиты, андезито-дациты, риодациты Айоцдзора, Южного Сюника, г. Базенк, Варденисского и Цахкуняцкого хребтов	32	5—7
(25) Андезиты, трахиандезиты, трахидациты, риодациты, трахилипариты Цахкуняцкого и Варденисского хребтов	33	4,5—6

новременно крупной магмоподводящей структурой является возникшее Транскавказское меридиональное поперечное поднятие [21, 26, 27].

Интенсивная синхронная вулканическая деятельность вдоль Анкаван-Сюникской и поперечной Транскавказской зон характеризуется резким отличием как по составу продуктов извержения и типу формаций, так и, по-видимому, положению очагов магмособразования и характеру извержений [21]. Так, в верхнем плиоцене происходит параллельное извержение в зоне Анкаван-Сюникского разлома липаритовой, а в Транскавказской зоне—базальтовой серий.

*Формации Анкаван-Сюникской зоны* [21]. Вулканические образования, тяготеющие к этой зоне, прослеживаются полосой с северо-запада на юго-восток, охватывая Арагацкое, Гегамское, Варденисское, Айоцдзорское и Сюникское нагорья. Слагают они две формации: нижнюю (26) липаритовую, относимую к верхнему плиоцену, и верхнюю (27) андезито-базальтовую—к антропогену.

1. *Липаритовая формация* принадлежит к ареальному типу вулканизма, представлена преимущественно куполовидными экструзивами, расположенными группами в водораздельных и краевых участках указанных нагорий.

Магмоподводящими структурами, по данным исследователей новейшего вулканизма, являются локальные трещины близмеридионального простирания, связанные с неглубокими изолированными очагами, общими для каждого из указанных нагорий. Вулканиты рассматриваемой формации образуют также потоки лав, скопления брекчий, агломератов; представлены перлитами, обсидианами, собственно лавами риолитов и в подчиненном значении—риодацитов. Породы этой формации относятся к известково-щелочному ряду с несколько повышенной щелочностью.

II. *Андезито-базальтовая формация* Анкаван-Сюникской зоны начинает формироваться с незначительным перерывом в извержениях после липаритовой формации и охватывает почти весь антропоген. Вулканическая деятельность происходит в три этапа, носит преимущественно ареальный и отчасти трещинный характер. В продуктах извержений, слагающих огромные площади (около 8000 кв. км) преобладают андезито-базальты при подчиненной роли базальтов и андезитов. Принадлежат

они также к известково-щелочной ассоциации при некоторой повышенной щелочности. При общих чертах сходства пород внутри каждой из указанных формаций намечаются некоторые петрографические и петрохимические различия пород, слагающих указанные «вулканические области»: Сюникский, Варденисский, Гегамский и др. блоки. Эти различия, вероятно, обусловлены неглубокими периферическими (промежуточными) очагами указанных блоков, в которых формировались составы магм, поступивших по глубинному разлому из единого базальтового субстрата.

*Формации зоны Транскавказского поднятия [21].* Широко распространенные вулканиты этой зоны слагают (с севера на юг) Джавахетский хребет, массивы г.г. Арагац, Араилер, Арарат. Так же, как и в Анкаван-Сюникской зоне, вулканизм в указанных областях (массивах) имеет общие характерные особенности. Продукты магматизма образуют здесь две разные формации: нижнюю (28) базальтовую и верхнюю (29) андезито-дацитовую.

*I. Базальтовая формация* возникает в результате мощной вулканической деятельности в верхнем плиоцене, давшей широкие лавовые поля оливиновых базальтов (около 4000 кв. км) преимущественно долеритовой структуры («долеритовые базальты»). Покровы лав принадлежат к линейным трещинным излияниям и обычно далеко выходят за пределы своих массивов. Многократные излияния местами образуют ряд потоков небольшой мощности. В отличие от некоторых исследователей, относящих лавы к более древним излияниям, подавляющее большинство их аргументирует верхнеплиоценовый возраст «долеритовых базальтов», что подтверждается и радиологическими данными. Лавы характеризуются известково-щелочным химизмом при несколько повышенной щелочности.

*II. Андезито-дацитовая формация*, слагающая главную часть указанных массивов, следует за базальтовой формацией, продолжаясь вплоть до верхнего антропогена. Породы этой формации обязаны в основном деятельности полигенных (Арагац, Арарат и др.), а также моногенных вулканов и реже трещинным извержениям. Главенствующую роль играют андезиты и дациты при небольшом распространении андезитобазальтов и андезитодацитов. Вулканиты представлены лавами, экструзивными телами, пирокластами и игнимбритами. Характерна гомогенная последовательность извержений. Породы формации принадлежат к известково-щелочной ассоциации при несколько повышенной щелочности собственно дацитов.

Наиболее сложная картина вулканизма Арагацкого массива, где присутствуют породы, характерные для обеих структурных зон, по представлениям ряда исследователей, обусловлена пересечением здесь Транскавказской и Анкаван-Сюникской зон. Этим объясняется непосредственное наложение на Арагац базальтов на липаритовую формацию.

Радиологическому исследованию подверглись 78 представительных образцов пород верхнеплиоцен-антропогеновых формаций зоны Анкаван-Сюникского разлома и Транскавказского поперечного поднятия [9]. В ре-

зультате определений получен закономерный ряд возрастных значений, приведенных в таблице 7.

Таблица 7

Радиологические возрастные значения магматических формаций  
верхнеплиоцен-четвертичного подэтапа

Наименование пород и районов	Количество серий определений	Возрастные значения в млн. лет
<b>Анкаван-Сюникская структурная зона</b>		
(26) Липариты (перлиты, обсидианы, риодациты)	90	0,5—2
(27) Андезиты-базальты, андезиты, базальты		
<b>Транскавказское поперечное поднятие</b>		
(28) Базальты долеритовые	21	2,5—3,5
(29) Андезиты, дациты	44	0,5—2,5

В заключение следует отметить, что, как видно из вышеизложенного, широкое использование кали-аргоновых возрастных определений магматических пород является важным фактором в возрастном расчленении сложно проявленных магматических образований на примере Армянского нагорья. Радиогеохронологические данные позволяют с достаточной убедительностью выделить магматические формации и датировать тектоно-магматические этапы и подэтапы в альпийском тектоно-магматическом цикле. Однако важнейшим условием для этого являются чрезвычайно тесная связь и корреляция радиологических и детальных геологических и петрологических данных. С выделенными магматическими формациями отчетливо связаны определенные рудные формации и многочисленные виды нерудных полезных ископаемых. Освещение этого вопроса, однако, заслуживает, на наш взгляд, специального рассмотрения.

Настоящая работа, разумеется, не претендует на законченность. Затронутые в ней проблемы заслуживают дальнейших более детальных углубленных исследований и уточнений.

Институт геологических наук  
АН Армянской ССР

Поступила 15.IX.1972.

Գ. Պ. ԲԱԳԴԱՍԱՐՅԱՆ

ՌԱԳԻՈԼՈԳԱ-ԳԵՈԺԱՄԱՆԱԿԱԳՐԱԿԱՆ ԵՎ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ-ՊԵՏՐՈԳՐԱՖԻԱԿԱՆ  
ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՖՈՐՄԱՅԻՈՆ ԱՆԱԼԻԶԻ ՄԵՋ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հոգիվածում ամփոփված են հեղինակի կողմից ՀՍՍՀ-ում մի շարք տարիների ընթացքում մագմատիզմի պրոբլեմի որոշ ուղղութիւններով տարված հետազոտութիւնների և նրա ղեկավարութիւնը 1960 թվականից կատարված ռադիոլոգա-ժամանակագրական ուսումնասիրութիւնների արդյունքները

Նշված հետազոտությունները համոզիչ կերպով ցույց տվեցին, որ մագմատիկ սպարների բացարձակ-հասակային որոշումների լայն կիրառումն, այդ սպարների երկրաբանա-պետրոգրաֆիական ուսումնասիրությունների հետ մեկտեղ, հնարավորություն են ստեղծում գիտականորեն ավելի հիմնավորված ձևով տալ բարդ մագմատիկ գոյացումների և նրանց հետ կապված հանքայնացումների հասակային ստորաբաժանումները, առանձնացնել տարբեր հասակի մագմատիկ ֆորմացիաներ, տալ ակտիական ժամանակաշրջանում տեղի ունեցած տեկտոնա-մագմատիկական պրոցեսների հաջորդական զարգացումը ըստ էտապների: Այս ամենն ունի մեծ գիտական և կիրառական նշանակություն, բանի որ որոշ մագմատիկ ֆորմացիաների հետ գենետիկորեն կապված են դանազան տիպի հանքային առաջացումներ:

Անհրաժեշտ է նշել, որ հողվածում լուսաբանված հարցերը սպառիչ բունույթ շունեն: Այս ուղղությամբ պետք է շարունակվեն ավելի խոր և մանրամասն հետազոտություններ:

### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Абовян С. Б. Геология и полезные ископаемые северо-восточного побережья озера Севан. Изд. АН Арм. ССР, 1961.
2. Афанасьев Г. Д., Багдасарян Г. П., Рубинштейн М. М. Материалы к геохронологии Кавказа. Труды XV сессии Комиссии по абсолютной геохронологии АН СССР. «Наука», М., 1970.
3. Асланян А. Т. Региональная геология Армении. «Айпетрат», Ереван, 1958.
4. Багдасарян Г. П. Щелочные горные породы центральной части Армянской ССР. В сб. «Вопросы вулканизма», Изд. АН СССР, 1962.
5. Багдасарян Г. П. Интрузивные породы Базумо-Памбакской области. Геология Арм. ССР, том III. Петрография. Интрузивные породы. Изд. АН Арм. ССР, 1966.
6. Багдасарян Г. П., Ширинян К. Г. К генезису изверженных горных пород на примере изучения глубинного и эффузивного магматизма Армении. В сб. «Проблемы магмы и генезис изверженных горных пород». Изд. АН СССР, 1963.
7. Багдасарян Г. П. О возрастном расчленении интрузивов Северной Армении в свете радиологических данных и геологических представлений. В сб. «Абсолютное датирование тектоно-магматических циклов и этапов оруденения». «Наука», 1965.
8. Багдасарян Г. П., Гукасян Р. Х., Карамян К. А. Итоги абсолютного датирования ряда рудных формаций Армянской ССР. Известия АН СССР, сер. геологическая. № 5, 1968.
9. Багдасарян Г. П., Гукасян Р. Х., Саркисян Э. А. Новые данные о возрасте интрузивов Кафанского рудного района Армянской ССР. Докл. АН Арм. ССР, том 50, № 5, 1970.
10. Багдасарян Г. П., Гукасян Р. Х., Саркисян Э. А., Хачатрян Л. М. О возрастном расчленении неоген-антропогеновых вулканических образований Армении (калий-аргоновым методом). Изв. АН СССР, серия геологическая, № 12, 1971.
11. Баласанян С. И. Основные черты магматизма Армении. «Митк», Ереван, 1967.
12. Билибин Ю. А. Металлогенические провинции и металлогенические эпохи. Госгеолтехиздат, 1955.
13. Габриелян А. А. Основные вопросы тектоники Армении. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1959.

14. Габриелян А. А. Эффузивный вулканизм и тектоника. Известия АН Арм. ССР, сер. геол. и геогр. наук, том XIII, № 6, 1960.
15. Габриелян А. А. Интрузивный вулканизм и тектоника. ДАН Арм. ССР, том XXXIII, № 2, 1961.
16. Габриелян А. А. Магматизм и тектоника. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 5, 1964.
17. Габриелян А. А. Тектоническая карта Армянской ССР. «Геотектоника», № 4, 1966.
18. Габриелян А. А., Багдасарян Г. П., Джрбашян Р. Т., Карапетян К. И., Меликсетян Б. М., Мелконян Р. Л., Мнацаканян А. Х. Основные этапы геотектонического развития и магматической деятельности на территории Армянской ССР. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1—2, 1968.
19. Гукасян Р. Х., Меликсетян Б. М. Об абсолютном возрасте и закономерностях формирования сложного Мегринского плутона. Изв. АН Армянской ССР, Науки о Земле, том XVIII, №№ 3, 4, 5, 1965.
20. Джрбашян Р. Т., Меликсетян Б. М., Мелконян Р. Л. О магматических формациях альпийского тектоно-магматического цикла (Армянская ССР). Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. XX, № 4, 1967.
21. Карапетян К. И. Верхнеплиоцен-четвертичные магматические формации и вулканизм Армении. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 3, 1969.
22. Котляр В. Н. О возрастном расчленении интрузивов Малого Кавказа. Зап. Всес. Мин. об-ва, 2-ая серия, ч. 69, вып. 2—3, Изд. АН СССР, 1940.
23. Леонтьев Л. Н., Хаин В. Е. К истории складкообразования и интрузивной деятельности на Малом Кавказе. Известия АН СССР, сер. геол., № 5, 1951.
24. Магакьян И. Г., Мкртчян С. С. Взаимосвязь структуры, магматизма и металлогении на примере Малого Кавказа. Известия АН Арм. ССР, сер. геол.-геогр. наук, т. X, № 4, 1957.
25. Лебедев А. П., Малхасян Э. Г. Юрский вулканизм Армении. «Наука», 1965.
26. Милановский Е. Е. Некоторые основные вопросы истории тектонического развития Малого Кавказа. Труды совещания по тектонике альпийской геосинклинальной области Юга СССР. Изд. АН Азерб. СССР, 1956.
27. Милановский Е. Е. Орогенный вулканизм и тектоника Кавказа. «Геотектоника», № 3, Изд. АН СССР, 1966.
28. Мнацаканян А. Х. Некоторые черты верхнемелового вулканизма Северной Армении. Известия АН Арм. ССР, сер. геол. и географ. наук, № 3, 1961.
29. Паланджян С. А. К геологии ультраосновных и основных интрузивных пород северо-восточного побережья озера Севан. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. XVIII, № 1, 1965.
30. Паффенгольц К. Н. Геологический очерк Кавказа. Изд. АН Арм. ССР, 1959.
31. Саркисян О. А. Палеоген Севано-Ширакского синклиория. «Митк», Ереван, 1966.