A. T. ASLANIAN, YU. R. KAGRAMANOV, R. M. NURGALEYEV, O. V. PIMENOV
ON THE PROSPECTS OF OIL AND GAS CONTENT OF THE
ARMENIAN SSR

TERRITORY CRETACEOUS DEPOSITS AND THE
PROSPECTING TASKS

A b s t r a c t

On the basis of geological and geophysical investigations, drilling and borehole testing data as well as results of comparing the local and adjacent territories Cretaceous oil-saturated deposits an estimation of oil and gas content is made in this paper. The general prospects are connected with the Upper Cretaceous deposits of mainly Near-Araxian, Yerevan-Ordubadian and partially Tzaghkunk—Zangueזור structural-facial zones as well as with the Shirak and Saburchi depressions, which have been the bays of the Karstian Tertiary trough.

In this paper it is given significant consideration to the problems of seismic prospecting methods improving and survey substantiating with the indicating the primary territories for searching the hydrocarbon deposits.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асланян А. Т. Основные черты геологического строения Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1981, № 3, с. 3—21.
2. Гусейнов А. Н., Кочарян Ш. С., Ибрагимов З. М. Геологическое строение и нефтегазоносность месторождения Мурадханлы.—Азерб. нефт. хоз-во, 1977, № 9, с. 3—7.
3. Кадастр зарубежных стран, обладающих природными ресурсами нефти и газа. Л.: Изд. Недра, 1983, с. 155—199.
4. Сатин М. А., Степанян Ж. О., Чолахян Л. С. О литологии отложений верхнего мела Еревано-Вединского прогиба в связи с перспективами их нефтегазоносности.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1967, № 3, с. 48—58.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XXXIX, № 4, 9—17, 1986
УДК 552.11+551.24] (479)

С. И. БАЛАСАНЯН

ЭВОЛЮЦИЯ МАГМАТИЗМА В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ
ЗЕМЛИ (НА ПРИМЕРЕ М. КАВКАЗА И ДРУГИХ РЕГИОНОВ)¹

Намечены некоторые закономерности в эволюции магматизма в геологической истории ряда регионов, которые рассматриваются как отражение общего развития литосферы.

Эволюция магматизма в геологической истории Земли протекала довольно сложно и многообразно в причинной зависимости от геодинамических условий. Тем не менее как в эволюции отдельных тектономагматических циклов, так и на протяжении геологической истории Земли намечаются определенные закономерности. В ходе геологической истории прежде всего наблюдается периодически поступательное развитие магматизма, что хорошо доказывается и на примере Малого Кавказа, входящего в состав Понтийско-Малокавказско-Карадагской дуги Средиземноморского складчатого пояса [2]. Продукты магматических процессов размещены в современных сложных тектонических комплексах Малого Кавказа, отличающихся возрастом складчатости [9].

Магматические процессы разыгрались в байкальско-каледонском и особенно интенсивно альпийском этапах. Последний делится на геосин-

¹ Доклад, представленный на 27-ой Международной геологический конгресс (Москва, 1984).

клинальный (ранняя юра-предпоздний эоцен) и орогенный (поздний эоцен-антропоген) подэтапы, а также на ряд тектоно-магматических циклов: среднеюрский-предпозднеюрский, позднеюрский-раннемеловой, позднемеловой-палеоценовый, раннеэоценовый-предпозднеэоценовый, позднеэоценовый-раннеолигоценовый, среднеолигоценовый-предпозднеплиоценовый, позднеплиоценовый-антропоценовый.

В основу предложенной схемы тектоно-магматического развития М. Кавказа легли схемы периодизации геотектонической истории этого региона, предложенные рядом известных геологов-тектонистов [1, 3, 12].

Термин «тектоно-магматический цикл» обычно применяется для обозначения значительного отрезка геологического времени, начиная от зарождения геосинклинального пояса до его превращения в консолидированную складчатую область. Однако в термине «тектоно-магматический цикл» здесь вкладывается более узкое понятие. Под ним подразумеваются отдельные отрезки геологического времени, характеризующиеся одновременным проявлением тектонических и магматических процессов, приводящих к формированию ряда последовательно сменяющихся магматических формаций различного фацциального положения, обнаруживающих некоторые общие черты сходства в силу близких геотектонических условий. В истории геологического развития подвижного пояса тектоно-магматические циклы характеризуются законченностью и периодической повторяемостью, что как раз соответствует смыслу слова «цикл».

Некоторые из указанных тектоно-магматических циклов проявились и в других регионах альпийского Средиземноморского складчатого пояса. В частности, в пределах этого пояса широко проявились магматические процессы первых двух циклов, в результате чего сформировался обширный вулканический пояс, охватывающий Малый Кавказ и Восточный Понт. Интрузивный магматизм средне-предпозднеюрского и позднеюрско-раннемелового циклов известен также в пределах Крыма и Большого Кавказа. Магматические процессы (особенно вулканические) позднемелового-палеоценового, средне-предпозднеэоценового и позднеэоценового-олигоценового тектоно-магматических циклов в той или иной степени происходили в Иране и Понте. Известково-щелочной вулканизм последних двух тектоно-магматических циклов проявился не только на Малом Кавказе, но и на Большом Кавказе и т. д.

Геологическая история байкальско-каледонского этапа полностью не выяснена. Предполагается, что в догерцинское время на территории Малого Кавказа существовал однообразный геосинклинальный режим, и земная кора характеризовалась большой подвижностью и проницаемостью [8]. Следовательно, имелись вполне благоприятные условия для проявления интенсивной магматической деятельности. Однако трудно в достаточной мере судить о масштабе и особенностях проявления магматизма байкальско-каледонского мегаэтапа, так как невозможно точно определить петрографический состав и объем продуктов магматизма среди исходных пород метаморфического комплекса и поэтому возраст последнего и содержащихся в нем магматических пород до сих пор является спорным. По имеющимся данным, выделяются следующие формации: андезито-базальтовая, гипербазитовая, габбровая, гранито-гнейсовая, плагиогранитовая. Последовательность их формирования точно не установлена, поэтому вопрос эволюции магматизма для этого отрезка времени не выяснен.

В альпийском этапе эволюция магматизма в пределах отдельных тектоно-магматических циклов характеризуется определенной направленностью, состоящей в увеличении во времени кислотности и щелочности формаций. Это объясняется тем, что образование главной массы кислых пород обеих фаций падает на конечный период цикла. Указанная направленность более отчетливо выражается во второй стадии цикла в период проявления интрузивной деятельности.

Однако закономерная смена во времени основных формаций более кислыми и щелочными характерна для тектоно-магматических циклов геосинклинального подэтапа. Эволюция орогенных циклов, как увидим ниже, шла более сложно.

В ходе развития первых двух тектоно-магматических циклов геосинклинального подэтапа последовательно формировались базальт-андезитовая, плагиолипаритовая и плагиогранитовая формации. В конце второго цикла образовалась также качественно новая габбро-диорит-плагиогранодиоритовая формация. В поздне меловом-палеоценовом цикле возникли базальт-андезитовая, гипербазитовая, габбровая, липаритовая, плагиогранитовая формации, а в раннеэоценовом-предпозднеэоценовом цикле—базальт-андезитовая, габбро-диоритовая, липаритовая, габбро-диорит-гранодиоритовая формации.

Тектоно-магматические циклы орогенного подэтапа отличаются друг от друга по эволюции магматизма. В начале позднеэоценового-раннеолигоценового цикла намечается возрастание во времени кислотности (андезитовая, габбро-монзонит-гранодиоритовая формации), затем кислотность падает, но резко увеличивается щелочность с появлением щелочных формаций (трахит-фонолитовая, щелочно-сиенитовая), в конце цикла снова появляются кислые формации с повышенной щелочностью (трахилипаритовая, граносиенитовая). В среднеолигоценовом-предпозднеплиоценовом цикле состав магматических формаций эволюционировал в сторону уменьшения кислотности и щелочности (трахилипаритовая, гранитовая, андезит-дацитовая). В начале позднеплиоценового-четвертичного тектоно-магматического цикла состав формаций эволюционировал в сторону возрастания кислотности (базальт-андезит-дацитовая, липаритовая формации), но в конце увеличивается основность (базальт-андезитовая формация).

Таким образом, эволюция магматизма в пределах тектоно-магматических циклов геосинклинального подэтапа происходит более закономерно, чем орогенного подэтапа. Однако направленность магматизма в сторону возрастания кислотности иногда нарушается тем, что на протяжении одних и тех же отрезков геологического времени (в рамках тектоно-магматических циклов) в пределах единой тектонической зоны одни участки характеризуются поднятием и вторжением кислой магмы, в то время как одновременно в соседних погружающихся прогибах развивается основной вулканизм. Параллельное развитие основного вулканизма в отрицательных структурах и кислого магматизма в смежных положительных зонах наблюдается в пределах Большого Кавказа, Монголо-Охотского пояса [13] и Уральской геосинклинальной системы [17].

Осложнение общего хода эволюции магматизма объясняется тем, что в течение отдельных тектоно-магматических циклов над крупными магматическими очагами, возникшими в верхней мантии, на разных уровнях, в том числе и в пределах земной коры, зарождаются вторичные магматические источники разного состава, которые в зависимости от геодинамической обстановки действуют как в определенной последовательности, так и в ряде случаев одновременно.

Естественно ожидать, что состав вторичных магматических источников меняется в широких пределах в причинной зависимости от их пространственного расположения, химизма окружающих пород, количества тепловой энергии, интенсивности проявления глубинной дифференциации и ассимиляции.

Возможно этим вызваны некоторые наблюдаемые отклонения от нормального хода эволюции вулканизма, как то—чередование различных по составу пород (например, основных, средних и более кислых) в строении базальтоидных вулканических формаций, или же возрастание в их вертикальных разрезах снизу вверх основности пород.

Каждый тектоно-магматический цикл характеризуется своими определенными геологическими особенностями, создающими специфическую обстановку, которая накладывает свой отпечаток на продукты

магматизма. Этим объясняется, что, во-первых, магматические формации, формировавшиеся в течение данного тектоно-магматического цикла, обладают рядом общих признаков и, во-вторых, однотипные вулканические и интрузивные формации разных тектоно-магматических циклов обнаруживают значительные различия в минералогических, петрохимических, геохимических и металлогенических особенностях, отражающие необратимую эволюцию магматизма в геологической истории Малого Кавказа. Существенные различия наблюдаются между магматическими формациями геосинклинального и орогенного подэтапов.

Общая направленность магматизма, прежде всего выражается в усложнении во времени состава его продуктов. В направлении от ранних к более поздним тектоно-магматическим циклам Малого Кавказа устанавливается возрастающее разнообразие магматических пород и усложнение вещественного состава однотипных магматических формаций [6]. Эта закономерность особенно хорошо проявляется в эволюции интрузивного магматизма [5]. Для интрузивных формаций байкальско-каледонского этапа и ранних тектоно-магматических циклов альпийского этапа (главным образом плагиогранитовые формации) характерно небольшое разнообразие петрографического состава пород, в то время как интрузивные формации поздних тектоно-магматических циклов (габбро-диорит-гранодиоритовая, габбро-монзонит-гранодиоритовая и др.) отличаются исключительно большим разнообразием слагающих их пород. При переходе от древних к молодым формациям увеличивается количество главных породообразующих и аксессуарных минералов, обогащаются ассоциации микроэлементов, расширяются пределы колебания породообразующих минералов и петрогенных элементов. Все это приводит к возникновению от ультраосновных до кислых и редко встречающихся в природе щелочных пород и целого ряда переходных между ними разновидностей горных пород.

Во многих наших работах [3, 4, 5, 6 и др.] было показано, что одной из общих закономерностей эволюции магматизма является возрастание во времени щелочности его продуктов. Вулканические и интрузивные формации, возникшие в ранних тектоно-магматических циклах геосинклинального подэтапа развития, обладают пониженной щелочностью и натриевым составом. Эти петрохимические признаки особенно характерны для раннегеосинклинальных вулканических формаций, которые отличаются также высокой магнезиальностью и железистостью. На территории Грузии имеются и спилит-порфиритовые офиолитовые формации [11]. Натриевый состав и общая пониженная щелочность характерны и для байкальско-каледонских формаций, но у них этот признак менее отчетливый.

Содержание щелочей возрастает в продуктах позднегеосинклинального магматизма. В начале орогенного подэтапа (позднеэоценовый-раннеолигоценый тектоно-магматический цикл) образуются магматические породы повышенной щелочности. Примечательно, что в это время формируются также щелочные вулканогенные и интрузивные породы.

В более поздних тектоно-магматических циклах орогенного подэтапа щелочность вулканических и интрузивных формаций падает. В конце орогенного подэтапа снова появляются вулканические формации базальтоидного происхождения, но последние принципиально отличаются от базальтоидных формаций геосинклинального подэтапа повышенной щелочностью.

Итак, переход геосинклинального подэтапа развития в орогенный знаменуется формированием новых по качеству как вулканических, так и интрузивных формаций. Геосинклинальный и орогенный подэтапы отличаются также эволюцией магматизма. В продолжение геосинклинального подэтапа намечается возрастание во времени содержания щелочей, прямо противоположная картина наблюдается в истории развития орогенного подэтапа. Это объясняется тем, что содержание ще-

лочей достигает максимума в магматических породах начала орогенного подэтапа. Несмотря на это, общая эволюция магматизма на протяжении всей геологической истории проявляется в порядке возрастающей щелочности.

В эволюции магматизма устанавливается возрастание содержания калия от ранних к поздним тектоно-магматическим циклам. Интересно поведение другого щелочного элемента—натрия, количество которого в ходе геологического времени остается более или менее постоянным. Эта закономерность наблюдается и в эволюции магматизма большинства тектоно-магматических циклов.

Направленность магматизма хорошо выражается также в изменении в определенном направлении петрохимических параметров. Так, при омолаживании вулканических формаций основного состава в общем намечается увеличение значений параметров a , s и уменьшение параметров b , c , n . В противоположность базальтоидным формациям в кислых вулканических формациях убывает величина параметра s и возрастает— b . К ним близко стоят гранитоидные формации, в которых со временем уменьшается значение параметра s , n , но возрастает величина параметров b , c , m .

Продукты магматизма разных возрастов характеризуются также определенным набором микроэлементов. Так, орогенные вулканические формации основного состава отличаются от геосинклинальных выше-кларковыми содержаниями Mo , Sn , Ga и др.

Для последних характерно наибольшее содержание Ti , V , Co , Cu , а для первых—высокое содержание Mo , Sr , Ga , Zr , Pb и др. Орогенные кислые вулканические формации также отличаются повышенным содержанием Mo , Sn , Ga и др. В гранитоидных формациях со временем уменьшается роль элементов группы железа. Одной из основных геохимических черт орогенных гранитоидов является наличие в них в качестве главного микроэлемента молибдена и многих других редких и рассеянных элементов (TR и др.).

Общая геохимическая направленность эволюции магматизма состоит в возрастании в ходе геологического времени многообразия ассоциаций микроэлементов. Наибольшая ассоциация редких и рассеянных элементов-примесей присуща магматическим формациям, возникшим в первой половине орогенного подэтапа.

В эволюции магматизма намечается также наследованное развитие, заключающееся в том, что магматические формации каждого тектоно-магматического цикла обнаруживают общие черты с формациями предшествующего цикла. Например, магматические формации позднеюрско-раннемелового тектоно-магматического цикла повторяют ряд главных петрохимических признаков средне-предпозднеюрского цикла, габбро-монцит-гранодиоритовая формация повторяет многие минералогические и петрохимические особенности габбро-диорит-гранодиоритовой формации ранне-предпозднеэоценового цикла, самая молодая базальтоидная формация орогенного подэтапа унаследовала много петрохимических признаков у предшествующей базальт-андезитовой формации и т. д.

Одним из проявлений магматических процессов является эндогенное рудообразование, в ходе развития которого также намечается определенная направленность. На протяжении геологической истории прослеживаются усиление рудообразования и возрастающее многообразие рудных формаций. Переход геосинклинального подэтапа Малого Кавказа в орогенный знаменуется возникновением новых по качеству не только магматических, но и рудных формаций. Наиболее интенсивное рудообразование имело место в первой половине орогенного подэтапа в тесной связи с формированием наиболее разнообразных магматических формаций.

Таким образом, магматические процессы характеризуются направленным и вместе с тем наследованным развитием, что является проявлением общей эволюции верхней мантии и земной коры. Такое заклю-

чение нам кажется наиболее правдоподобным на том основании, что, по существующим представлениям [7 и др.], более кислая оболочка нашей планеты, имеющая незначительную мощность, возникла за счет дифференциации ультраосновного вещества мантии.

В строении земной коры главная роль принадлежит породам, которые по своему происхождению обязаны магматическим процессам, проходящим в больших масштабах в верхней мантии. Здесь глубинные процессы приводили обычно к выплавлению легкоплавких расплавов основного состава, о чем свидетельствует наличие обширных базальтоидных вулканогенных образований, слагающих сотни тысяч кв. км. Достаточно отметить, что сибирские траппы составляют 1550000 кв. км при общей мощности 3 км [10]. Кроме того, базальтовые породы формировались на протяжении всей геологической истории Земли, причем они преобладали на ранних этапах ее развития [14]. В ряде случаев возникают и ультраосновные магматические расплавы, отвечающие по составу породам верхней мантии. В связи с этим интересно отметить, что в истории Земли, начиная от древнего докембрия до настоящего времени происходило одностороннее направленное угасание ультраосновного магматизма [16].

Процесс периодического выплавления и последующего выжимания легкоплавких частей мантии создает неоднородность как в глубинных магматических очагах, так и над ними, где фактически постепенно формировалась земная кора. Благодаря миграции легких элементов в сферу земной коры повышается основность тех участков верхней мантии, где имеет место выплавление легкоплавких расплавов. Но со временем наибольшие неоднородности возникают над крупными глубинными магматическими очагами в сфере земной коры, являющейся фактически вместилищем всех продуктов деятельности магматических очагов. Вследствие формирования и дальнейшего утолщения земной коры в ней создаются условия для образования более кислых и щелочных магматических очагов, продукты которых выжимаются в верхние части земной коры. Итак, создаются новые неоднородности, но только в пределах земной коры.

Все эти процессы неоднократно повторялись в геологической истории Земли и именно они, по-видимому, привели к усложнению состава и строения внешних частей Земли. По всей вероятности, в этом и кроется причина возрастающего разнообразия пород магматических формаций на протяжении геологической истории Земли.

Необходимо отметить, что неоднородности в литосфере особенно резко увеличивались в периоды плутонизации. Это обусловлено тем, что эти периоды характеризовались проявлением в широких масштабах процессов дифференциации, ассимиляции и гранитизации. Подтверждением этого является исключительное разнообразие пород плутонических формаций по сравнению с одновозрастными с ними вулканическими формациями. В связи с этим важно отметить, что в истории Земли, начиная от древнего докембрия до настоящего времени, происходило одностороннее усиление интенсивности процессов гранитизации [16].

Одной из общих закономерностей эволюции магматизма, как было отмечено выше, является возрастание во времени щелочности. Это объясняется тем, что в начальный период геологической истории преобладали породы, образующиеся путем выплавления исходного однородного материала верхней мантии, и потому они обладают общей пониженной щелочностью и высоким содержанием элементов группы железа.

Со временем возрастает роль пород, представляющих результат многократной переработки вещества мантии, в силу чего в них увеличивается содержание щелочей. Иногда создаются также благоприятные условия для возникновения настоящих щелочных пород различного фациального положения. Об этом свидетельствует то, что щелочной магматизм возник довольно поздно—в среднем протерозое, затем часто повторяется в течение более юных магматических эпох [16]. Ороген-

ные кислые и щелочные формации Малого Кавказа, судя по петрогеохимическим особенностям (повышенная величина параметра α , но пониженная—параметров n , v , высокая концентрация микроэлементов Mo, Sn, Zr, TR и др.), могли образоваться за счет сналической коры. Поэтому их можно рассматривать как один из конечных переработанных продуктов вещества мантии.

Необходимо отметить, что в разных регионах развитие магматизма происходило несколько по-разному, в причинной зависимости от характера и интенсивности проявления дифференциации вещества мантии, геологической истории верхних частей Земли и других факторов. Поэтому намеченные некоторые общие закономерности в эволюции магматизма в своих деталях, безусловно, отличаются в разных районах. Так, щелочные глубинные породы в пределах М. Кавказа появились в начале кайнозоя, на Кольском полуострове они имеют возраст 1830 млн. лет и 400 млн. лет, на Дальнем Востоке—650 млн. лет, в Индии—580 млн. лет, в Скандинавии—230 млн. лет и т. д. [16].

В других регионах Средиземноморского пояса щелочные породы возникли также раньше, чем на Малом Кавказе. В Румынских Карпатах они образовались еще в палеозое, а в пределах Большого Кавказа—на рубеже поздней юры и раннего мела [12]. При сравнении средних химических составов разновозрастных магматических образований выявляется более высокое содержание кремнезема в докембрийских магматических породах Балтийского и Украинского щитов, чем в мезо-кайнозойских породах Кавказа и Дальнего Востока [15] и т. д.

В заключение следует отметить, что все магматические породы земной коры в конечном итоге являются в той или иной степени переработанными продуктами вещества мантии. Исходя из этого соображения, как направленное, так и наследованное развитие магматизма можно рассматривать как следствие неоднократной переработки вещества мантии в пределах определенного участка Земли. Однако, поскольку каждый регион характеризуется своими специфическими особенностями развития, то тот или иной переработанный продукт вещества мантии возникает в разное время. Вполне очевидно, что направленность и наследование магматических явлений чаще всего должны проявляться в многоэтапных складчатых поясах, где процессы переработки вещества мантии в ходе геологической истории имели место многократно.

Ереванский государственный
университет

Поступила 4.XII. 1985.

Ս. Ի. ԲԱԼԱՍԱՆՅԱՆ

ՄԱԳՄԱՏԻԶՄԻ ԷՎՈԼՅՈՒՑԻԱՆ ԵՐԿՐԻ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՊԱՏՄՈՒԹՅԱՆ
ԸՆԹԱՑՔՈՒՄ (Փ. ԿՈՎԿԱՍԻ ԵՎ ԱՅԼ ՄԱՐԶԵՐԻ ՕՐԻՆԱԿՈՎ)

Ս. մ փ ո փ ու մ

Մագմատիզմի էվոլյուցիայի մեջ նշվում են մի շարք օրինաչափություններ, որոնք դիտվում են որպես բարեպատյանի ընդհանուր զարգացման արտահայտություն: Երկրի երկրաբանական զարգացման ընթացքում ավելանում է մագմատիկ ֆորմացիաների և նրանց հետ կապված հանքանյութերի բազմազանությունը, բարդանում է նույնատիպ ֆորմացիաների նյութական կազմը, աճում է ալկալիների, հատկապես կալիումի պարունակությունը: Մագմատիզմի ընդհանուր երկրաբանական ուղղվածությունն արտահայտվում է պետրոգեն, հանքային, հազվագյուտ և ռբված տարրերի զուգորդությունների բազմաանություն աճմամբ: Մագմատիզմի էվոլյուցիայի մեջ դիտվում է նաև ժառանգ-

դականութիւն: Երկրի երկրաբանական զարգացման պատմութեան ընթացքում նկատվող օրինաչափութիւններն ընդհանուր գծերով կրկնվում են տեկտոնա-մագմատիկ ցիկլերի շրջանակներում:

S. I. BALASANIAN

THE MAGMATISM EVOLUTION DURING THE EARTH
GEOLOGICAL HISTORY (THE M. CAUCASUS AND
OTHER REGIONS AS EXAMPLES)

A b s t r a c t

Some regularities are revealed in the magmatism evolution which are considered as the lithosphere general development expression. During the Earth geological development the magmatic formations and ores connected diversity has increased. The identical formations material composition become more complicated, alkali content, especially potassium, increases. The general geochemical trend is expressed by increasing the diversity of petrogenetic, metallic and rare-earth elements associations. The magmatism evolution has inherital features. The observed regularities are generally reiterated in the limits of separate tectonic-magmatic cycles during the Earth geological history.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асланян А. Т. Региональная геология Армении. Ереван: Айпетрат, 1958, 430 с.
2. Асланян А. Т. Основные черты геологического строения Армянской ССР. В кн.: Магматические и метаморфические формации Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1981, с. 8—27.
3. Баласанян С. И. Различия в химизме разновозрастных однотипных эффузивных пород Армении и прилегающих частей Малого Кавказа. Геохимия, 1957, № 8, с. 736—739.
4. Баласанян С. И. Эволюция интрузивного магматизма Армянской части Малого Кавказа. ДАН СССР, 1957, т. 116, № 3, с. 467—469.
5. Баласанян С. И. Интрузивный магматизм Сомхето-Кафанской зоны. Ереван: Изд. ЕГУ, 1963, 465 с.
6. Баласанян С. И. Особенности проявления магматизма в связи с тектоническим развитием орогенического пояса.—В кн.: Вулканизм и тектогенез. М.: Наука, 1968, с. 115—116.
7. Виноградов А. П. Химическая эволюция Земли. М.: Изд. АН СССР, 1959, 43 с.
8. Габриелян А. А. Основные вопросы тектоники Армении. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1959, 185 с.
9. Габриелян А. А. Палеоген и неоген Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1964, 259 с.
10. Даминова А. М. Петрография магматических горных пород. М.: Недра, 1967, 232 с.
11. Дзоценидзе Г. С. Опыт сопоставления мезо-кайнозойского магматизма Кавказа, Крыма, Балкан и Карпат.—В кн.: Вулканизм и тектогенез. М.: Наука, 1968, с. 44—52.
12. Милановский Е. Е., Хаик В. Е. Геологическое строение Кавказа. М.: Изд. МГУ, 1963, 360 с.
13. Нагибина М. С. Об эволюции тектонических условий проявлений гранитоидного магматизма в процессе развития структуры земной коры.—В кн.: Вулканизм и тектогенез. М.: Наука, 1968, с. 216—222.
14. Ронов А. Б. Общие тенденции в эволюции состава земной коры, океана и атмосферы.—Геохимия, 1964, № 8, с. 715—743.
15. Соловьев С. П. Химизм магматических горных пород и некоторые вопросы петрохимии. Л.: Наука, 1970, 311 с.
16. Тигаринов А. Н. Общая геохимия. М.: Атомиздат, 1973, 288 с.
17. Штрейс Н. А. Проблема связи магматизма со структурами геосинклинальных систем.—В кн.: Вулканизм и тектогенез. М.: Наука, 1968, с. 5—10.