

Ш. О. АМИРЯН

ОБ ИСТОЧНИКЕ ЗОЛОТОРУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АРМЯНСКОЙ ССР

За последние 10—15 лет с развитием высокочувствительных ядерно-физических методов определения малых количеств химических элементов стало возможным проследить поведение элементов не только в гидротермальном процессе, но и в магматическом. Так, разработка нейтронно-активационного метода анализа позволяет определить ничтожно малые концентрации золота в осадочных, вулканогенных и интрузивных породах и их минералах [10, 14, 16, 17, 18, 19].

Детальное изучение поведения золота в породах и минералах представит дополнительные данные для разрешения ряда вопросов петрогенезиса, геологических условий образования золоторудной минерализации и связи оруденения с магматическими комплексами.

Данные ядерно-активационного анализа* золота, полученные нами для разновозрастных, различного состава и генезиса пород на некоторых золоторудных месторождениях Армянской ССР позволяют выявить некоторые закономерности распределения золота и высказать некоторые соображения об источнике золоторудной минерализации. Выдвинутые соображения, в силу ограниченности приведенных данных, не могут претендовать на сколько-нибудь исчерпывающее объяснение всех вопросов весьма сложной проблемы распределения и концентрации золота и по мере накопления новых материалов будут дополняться и уточняться.

Анализировались породы из рудных полей трех золоторудных месторождений—Зодского, Меградзорского и Личквас-Тейского, расположенных в различных структурно-металлогенических зонах со своими характерными формациями и фациями пород и металлогенией [11, 12].

Зодское месторождение расположено в Севано-Амасийской зоне с преимущественным развитием пород основной-ультраосновной формации, прорывающих меловые и эоценовые вулканогенные, вулканогенно-осадочные и осадочные отложения. Отмеченные породы перекрываются миоценовыми лавами и лавобрекчиями. По молодым разрывам внедрялись дайки и штоки липарит-порфира, диорит-порфирита, кварцевого диорит-порфирита.

Описанные породы слагают антиклинальную складку северо-запад-

* Анализы проведены в Ревизионно-тематической экспедиции треста „Ташкент-геология“ Министерства геологии Узб. ССР.

ного простирания, в строении которой выделяются нижнесенонский, верхнесенонский, эоцен-олигоценый и миоценовый структурные ярусы.

Кварцево-рудные жилы и зоны приурочены к породам нижнего структурного яруса и представлены различными порфиритами, их туфами и туфобрекчиями с линзами и прослоями песчаников и мраморизованных известняков. Вся эта толща прорвана интрузивами габбро, перидотитов, плагногранитов и гранитоидов.

Формирование месторождения происходило в результате отложения продуктов кварцевой, арсенопиритовой, полисульфидной, золототеллуровой, антимонитовой и кварц-карбонатной стадий минерализации [1, 2, 3]. Золото обнаружено почти во всех минеральных типах руд с преимущественной концентрацией его в арсенопиритовых, полисульфидных и золото-теллуровых.

Возраст оруденения считается досреднемиоценовым.

Парагенетическая связь оруденения с дайками и штоками липарит-порфира, диорит-порфирифта устанавливается геологическими взаимоотношениями, условиями локализации и геохимическими особенностями пород и руд. В отмеченных породах содержание Au, Ag, Zn, Cu, Pb, Sb, Bi, As, т. е. главных элементов руд, превышает кларк аналогичных пород в несколько раз. Характерно распределение золота в различных видах пород. Установлено, что кларк золота в ультраосновных и основных породах выше, чем в средних и кислых [8, 15]. Полученные нами данные по Зодскому рудному полю показывают, что концентрация золота в перидотитах и серпентинитах ниже кларка в 8—17 раз (0,0003—0,00065 г/т), в габбро—6 раз (0,00071 г/т).

В плагногранитах, являющихся дифференциатами габбровой магмы, местный кларк золота составляет 0,0005 г/т, при этом в роговообманковых—0,0008 г/т, а слюдистых—0,0003 г/т. В роговообманковых липаритах содержится столько золота, сколько в роговообманковых плагногранитах.

Концентрация золота низка также в нижнесенонских вулканогенных породах (0,00043 г/т). Почти в таком же количестве оно находится в карбонатных породах. В гальках порфирифта из слоя базальных конгломератов основания верхнесенонской карбонатной толщи, в слабой степени затронутых постмагматическими процессами, установлено несколько повышенное содержание золота—0,0274 г/т, что в 6—7 раз превышает кларк и в 64 раза содержание в свежих порфиритах. Концентрация золота по сравнению со свежими порфиритами в 2,5 раза выше также в ороговикованных разностях, что свидетельствует о выносе золота из порфирифта гидротермальными растворами (преддайковыми).

В породах даек кварц-порфира (липарит-порфира) и диорит-порфирифта по двум определениям концентрация золота составляет 0,0203 г/т, что превышает кларк соответствующих пород в 5 раз.

Низкими концентрациями золота характеризуются также базальты (0,0006 г/т), дациты (0,0005 г/т) и липариты (0,0003 г/т) миоцено-

вого структурного яруса; как видно в них местный кларк золота ниже кларка соответствующих пород в 7—15 раз.

В эпидот-пренитовых прожилках додайкового этапа изменения габбро, концентрация золота составляет 0,0014 г/т. Повышенное содержание золота в этих продуктах по сравнению с габбро в 2 раза, говорит о том, что содержащееся в основных и ультраосновных породах золото вовлекалось в процессы гидротермального метаморфизма. По-видимому, это и является причиной понижения местного кларка золота в отмеченных породах.

В лампрофирах габбровых пород концентрация золота составляет 0,0014 г/т, почти столько, сколько составляет кларк.

Из приведенных выше данных следует, что основные дифференциаты магмы характеризуются сравнительно высокими содержаниями золота, чем средние и кислые.

Эти данные находятся в соответствии с выводами Ю. Г. Щербакова [15]. Кроме того, приведенные данные показывают, что существующие формации пород со своими нижекларковыми содержаниями не могли участвовать в специализации более молодых магматических очагов в отношении золота. Отсюда следует, что в магмообразовании и геохимической специализации магматических очагов, поставляющих магму для штоков и даек верхнетретичного возраста, участвовали породы фундамента базальтоидного характера. Подтверждением этому являются парагенезисы золота в рудах месторождения, где оно ассоциирует главным образом с As, Fe, Cu, Zn, Ni, Co, Sb, Bi, Ag, Te, т. е. с такими элементами, частный кларк которых повышен в породах основного характера [8]. Конечно, не исключена возможность мобилизации и переотложения золота и сопутствующих элементов высоконагретыми и активными растворами из вмещающих пород верхних структурных ярусов, что привело к понижению концентрации этих элементов в площадно измененных породах и повышению их концентрации в околожильных метасоматитах и кварцево-рудных жилах. Подтверждением сказанного является повышение концентрации золота в эпидот-пренитовых образованиях и роговиках, образованных за счет порфиритов нижнесенонского яруса. Безусловно, в главной своей массе концентрация золота и сопутствующих элементов обязаны привносу их гидротермальными растворами из областей магмообразования, но при этом не исключается влияние гидротермального метаморфизма.

Выдвинутые соображения об источнике золота Зодского месторождения находят свое подтверждение также в геолого-структурном положении Севано-Амасийской тектоно-магматической и металлогенической зоны. Последняя сформировалась на северной окраине высоко поднятого раздробленного докембрийского основания центральной части Малого Кавказа, вдоль глубинного разлома, питавшего магмой интрузии офиолитового пояса. Развитие магматизма в зоне в дальнейшем шло в сторону образования сильно дифференцированных щелочноземельных и ще-

лочных комплексов с привлечением в магмообразовании различного характера и происхождения пород, в том числе основных и ультраосновных. Этим объясняется наличие в рудных комплексах, связанных с гранитоидами, парагенезисов элементов самого различного геохимического характера.

Среди пород, участвующих в образовании гранитоидных магм, по-видимому, преобладали породы основного характера, поэтому в парагенезисах руд участвуют характерные для основной магмы элементы.

Меградзорское месторождение расположено на стыке Севано-Амасийской и Памбак-Зангезурской структурно-металлогенических зон, что обусловило проявление в характере оруденения черт металлогенности обеих зон.

В геологическом строении рудного поля участвуют древние метаморфические сланцы, туфы, туфобрекчии, мраморы; меловые, эоценовые и миоценовые песчаники, известняки, порфириты, туффиты, туфобрекчии, андезиты, андезито-базальты, пемзы, обсидианы, прорванные в различных структурных ярусах палеозой-допалеозойскими, меловыми, эоценовыми и олигоцен-миоценовыми гранитоидами, монцонитами, граносиенитами и сиенитами и их жильными дифференциатами.

Перечисленные породы образуют несколько структурных ярусов [7], отличающихся составом слагающих толщ и иным планом деформации, а также перерывами в отложении пород. Нижний ярус сложен метаморфическими породами с прорывающими их палеозойскими интрузиями. Породы этого яруса трансгрессивно, с угловым несогласием перекрываются отложениями мела, образующими пликативные структуры северо-восточного простирания. В основном они размыты. Следующий ярус сложен вулканогенной толщей эоцена, несогласно залегающей на породы предыдущих ярусов. Образуют они небольшие складки с пологим падением крыльев ($20-40^\circ$) на север, северо-восток и юг, юго-запад. Прорываются они интрузиями самого различного характера—кварцевого диорита, гранодиорита, монцонита, граносиенита, сиенита, щелочного сиенита со сложной гаммой жильных пород.

Самый верхний структурный ярус представлен миоценовыми и четвертичными андезитами, андезито-базальтами, липарито-дацитами, туфами и туфобрекчиями, залегающими на размытой поверхности домиоценовых пород.

Меградзорское месторождение приурочено к породам эоценового структурного яруса и прорывающим их интрузивным массивам. Часть рудной минерализации развивается в меловых (по мнению ряда исследователей в эоценовых) кварцевых диоритах и гранодиоритах.

Рудообразование происходило в результате кварцевой, пирит-халькопиритовой, полиметаллической, золото-теллуровой и кварц-карбонатной стадий минерализации. В ничтожных количествах представлены медно-молибденовые и медно-мышьяковые типы руд. Золото промышленные концентрации образует в полиметаллических и золото-теллуровых рудах [4, 6, 7].

Структурным контролем оруденения служили разрывные нарушения и зоны брекчирования пород близширотного—северо-восточного простирания.

Самыми молодыми породами в рудном поле, носящими влияние гидротермального метасоматоза и рудной минерализации, являются граносиениты, сиенит-порфиры и диабазовые дайки, абсолютный возраст которых определяется в 27—34,5 млн. лет. Возраст редкометальной минерализации, тесно связанной с золоторудной—еще меньше, и по свинцовому методу (по А. Е. Кочаряну) составляет 8—9 млн. лет. Отсюда следует, что возраст золоторудной минерализации следует считать миоценовым.

Парагенетическая связь золоторудной минерализации с указанными выше породами доказывается пересечением их кварцево-рудными жилами, приуроченностью пород и руд к одним и тем же структурным ярусам и структурам, возрастом пород и оруденения, а также геохимическими особенностями пород [7]. Содержание таких элементов, как Pb, Zn, Cu, Ag, Sb, As в сиенигах, сиенит-порфирах и лампрофирах граносиенитового, сиенитового ряда составляет соответственно: 0,01—0,014; 0,01—0,5; 0,03—0,4; 0,0001—0,004; 0,0002—0,003 и 0,0002—0,018%. Содержание золота в измененных разностях отмеченных пород составляет 1—20 г/т.

Интересно, что породы рудного поля по сравнению с кларками, характеризуются повышенными содержаниями золота. Оно выше во всех разновидностях и возрастных группах пород, в противоположность Зодскому рудному полю.

В метаморфических сланцах и вулканитах местный кларк золота составляет 0,005 г/т, а в карбонатных прожилках толщи—0,684 г/т. Почти в таком же количестве оно находится в убогосульфидных кварцевых жилах. По нашему мнению, повышенное содержание золота в породах фундамента является причиной повышения концентрации золота в более молодых магматических образованиях. Последние образовались за счет выплавления первых в области магмообразования и при миграции очагов магмы в верхние структурные ярусы.

В меловых кварцевых диоритах частный кларк золота (0,022 г/т) превышает кларк аналогичных пород в 5 раз. Такими же концентрациями характеризуются лампрофировые и гранит-порфировые жилы массивов.

В среднеэоценовых кварцевых диоритах и гранодиоритах Ахавнадзорского массива по сравнению с кларком содержится в три раза больше золота (0,0136 г/т), а в более молодых внедрениях массива—аляскитах и граносиенитах—6,3 раза (0,0285 г/т). В сиенигах содержание золота составляет 0,008 г/т, а в слабо измененных сиенит-порфирах—2,085 г/т, что в 460 раз превышает кларк золота для аналогичных пород. В серицитизированных, пиритизированных монцонитах определено 2,577 г/т золота (4 определения), что превышает кларк в 644 раза. Еще выше концентрация золота (3,017 г/т) в дайках плагиоклазовых порфиритов и минетте, пересекающих монцониты и граносиениты. Ясно, что такие аномаль-

ные содержания связаны в некоторой степени с гидротермальным метаморфизмом пород.

Содержание золота в миоценовых андезитах составляет 0,027 г/т, а в дацитах—0,075 г/т. В граносиенитах Гилутского массива (последняя фаза щелочного комплекса) определено 0,025 г/т золота, а в включениях диоритов и аплитах—0,01—0,015 г/т. В кварцевых диоритах Агверанского массива оно составляет 0,077 г/т, а в аплитах массива—0,27 г/т. В анкаванских гранитоидах содержится 0,004 г/т золота.

Как видно, все разновидности пород характеризуются повышенным содержанием золота. Этим объясняется общая зараженность рудных формаций Памбакского и соседнего Дилижан-Тандзутского рудных районов золотом и наличие большого числа рудопроявлений золота. Вывод подтверждается также данными шлиховой и металлометрической съемок. Золото установлено в районах распространения всех возрастных групп пород, но промышленные концентрации связаны с наиболее молодыми гранитоидами. Очевидно, что при магмаобразовании и внедрении в наиболее поздние стадии развития области разными путями (ассимиляция пород, гидротермальный метаморфизм и т. д.) золото выносилось и концентрировалось в наиболее поздних постмагматических отщеплениях.

Учитывая факт приуроченности золоторудных месторождений и проявлений к выступам древних метаморфических пород с повышенным содержанием золота и разнообразный характер рудной минерализации, источником магмаобразования и, следовательно, связанной с ним золоторудной минерализации, считаем древние метаморфические породы.

Л и ч к в а з - Т е й с к о е месторождение расположено в Памбак-Зангезурской структурно-металлогенической зоне с характерной медно-молибденовой и полиметаллической минерализацией, в пределах Мегринского многокомплексного и многофазного плутона.

В сложении рудного поля участвуют эоценовые порфириды, их туфы, туфобрекчии, прорванные гранодиоритами, кварцевыми диоритами, габбро-диоритами и их жильными дериватами-аплитами, диорит-порфиридами, диабазовыми порфиридами и керсантидами.

В структурном отношении месторождение находится в тектоническом клине, образованном Дебаклинским и Тейским разломами, проходящими по западному и восточному флангам месторождения. Рудоконтролирующими структурами являются трещины оперения отмеченных разломов.

Рудные тела находятся как в порфиридах, так и в породах интрузивного массива, пересекая жилы аплитов и лампрофиров.

Рудообразование на месторождении происходило в следующей последовательности: кварцевой, пирит-халькопиритовой, полиметаллической, арсенопиритовой и безрудной кварц-карбонатной стадий минерализации. Золото находится во всех металлоносных стадиях, но промышленные концентрации его установлены в полиметаллических и арсенопиритовых рудах [6].

Золоторудная минерализация связана с наиболее молодой фазой интрузивного магматизма, возраст которой по геологическим и геохронологическим данным (20,2—24,4 млн. лет) считается нижнемиоценовым [9]. Связь оруденения с указанной фазой магматизма подтверждается как непосредственными взаимоотношениями пород и оруденения, приуроченностью их к одним и тем же структурным горизонтам, так и их геохимическими особенностями.

Породы характеризуются высокими кларковыми содержаниями Au, Bi, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Mo, т. е. тех элементов, которые являются главными в рудных жилах.

По данным нейтронно-активационного анализа содержание золота в габбро-диоритах составляет 0,129 г/т, в более поздних диоритах—0,025 г/т, гранодиоритах—0,0315 г/т, порфировидных гранитах—0,0955 г/т, аплитах—0,086 г/т, диорит-порфиритовых дайках—0,059 г/т, а в керсанитах—0,502 г/т.

В каолинизированных, серицитизированных и слабо пиритизированных порфиритах содержится 0,373 г/т золота, а в сильно пиритизированных порифиртах—2,92 г/т. В эпидоте и тулите, образованных за счет изменения порфиритов, содержится 0,426 г/т золота, при этом 0,616 г/т в эпидоте и 0,235 г/т в тулите. Несомненно, что повышенные концентрации золота в каолинизированных, хлоритизированных и пиритизированных породах обусловлены влиянием гидротермальных процессов.

Если исключить наложенность гидротермальных изменений, выходит, что в габбро-диоритах содержится в 4 раза больше золота, чем в гранодиоритах, в лампрофирах в 3 раза больше, чем в аплитах. Даже в железистом эпидоте по сравнению с магнезиальным цоизитом содержится в два с лишним раза больше золота. Таким образом, в более основных и железистых породах и минералах содержится больше золота, чем в средних, кислых и маложелезистых.

Такое закономерное изменение концентрации золота во взаимосвязанных последовательных дифференциатах магмы обусловлено сидерофильными свойствами золота [15].

Повышенное содержание золота в поздних дифференциатах плутона (порфировидных гранитах, гранодиоритах, гранодиорит-порфирах, гранит-порфирах и керсантитах) и концентрация его в гидротермальных продуктах поздней фазы плутона свидетельствует о геохимической специализации магматических очагов нижнемиоценового субвулканического интрузивного комплекса как в отношении медно-молибденовой минерализации, так и полиметаллической и золоторудной. Таким образом, золоторудная минерализация на Личквас-Тейском месторождении связана с определенными этапами эволюции Мегринского плутона. Какие именно формации пород и процессы участвовали в геохимической специализации поздних фаз магматизма в отношении медно-молибденовой, полиметаллической и золоторудной минерализации, определить на данном этапе изучения трудно, можно только сказать о возможном участии в «специализации» магм отмеченных пород, эоценовых порфиритов, которые

местами сохранились и характеризуются повышенными концентрациями золота.

Окончательное решение этого вопроса связано с опробованием и анализом пород всех фаз и субфаз плутона и прорванных ими формаций.

Таким образом, приведенные немногочисленные данные (всего 93 анализа) нейтронно-активационного анализа золота в породах трех рудных полей позволяют с учетом других геологических данных говорить о трех источниках золоторудной минерализации. В Зодском рудном поле им является глубинный магматический очаг, питавший магмой штоки и дайки липарит-порфира, кварцевого диорит-порфирита и диорит-порфирита вдоль глубинного разлома, по повторным разрывам. Возможно, в образовании и геохимической специализации этих очагов участвовали породы основного ряда, о чем свидетельствуют парагенезисы элементов.

В рудном поле Меградзорского месторождения (и вообще в рудном районе) в геохимической специализации третичных комплексов в отношении золота и сопутствующих элементов определенное место принадлежит метаморфическим породам фундамента с повышенным кларком золота. Пестрота состава пород—габбро, габбро-диориты, гранодиориты, кварцевые диориты, граниты, монзониты, сиениты, нефелиновые сиениты, говорит о сложных условиях магмаобразования и дальнейшей его эволюции. Концентрация золота, в связи с наиболее поздними дифференциатами, обусловлена мобилизацией и переотложением его как в магматическую стадию их образования, так и постмагматическую.

Источником золоторудной минерализации Личквас-Тейского месторождения являются очаги нижнемиоценового магматизма плутона, специализированного в отношении золоторудной, полиметаллической и медно-молибденовой минерализации. Наличие в нижнемиоценовых гранитоидных породах Ni, Cr, V, Ti, Cu, As, Sb в повышенных концентрациях обусловлено или ассимиляцией магмой основных или богатых ими осадочных и вулканогенных пород, или же их петрогенетической связью с основной магмой. Более вероятным является первый путь.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 8.IV.1970.

Շ. Շ. ԱՄՐՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ՈՍԿՈՒ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՕՐԻՆԱԿՈՎ ՈՍԿՈՒ ՀԱՆՔԱՅՆԱՑՄԱՆ ԱՂՔՅՈՒՐԻ ՀԱՐՅԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ ֆ ո ֆ ո լ մ

Նեյտրոնա-ակտիվացիոն անալիզի կիրառումը հնարավորություն է ընձեռնում պարզելու ոսկու վարքը հանրայնացում պարունակող ապարներում և դրանով իսկ որոշելու այն աղբյուրը, որից սնվել են ոսկերեք ինտրուզիաները և նրանց հետ կապված հիդրոթերմալ լուծույթները:

Նեյտրոնա-ակտիվացիոն անալիզի տվյալները երկրաբանական ու գեոքիմիական այլ տվյալների հետ միասին թույլ են տալիս Ջոզի, Մեղրաձորի ու Լիչքվաղ-Թեյի հանքավայրերի համար առանձնացնել ոսկու սնման հետևյալ աղբյուրները:

Ջոզի հանքավայրում ոսկու և ուղեկից տարրերի հանքայնացման աղբյուր է հանդիսանում խորքային, միջին կազմի մագմատիկ օջախը, որի առաջացման ու գեոքիմիական մասնագիտացման գործում դրալի դեր են կատարել հիմնային կազմի ապարները: Լկյդ մասին է վկայում այն փաստը, որ հանքանյութերում հիմնականում մասնակցում են այն տարրերը, որոնց կլարկը հիմնային ապարներում ավելի բարձր է, քան գրանիտոիդներում:

Մեղրաձորի հանքադաշտի գրանիտոիդային ապարների (հետևաբար և մագմայի) առաջացման գործում, որի հետ կապված է ոսկու հանքայնացումը, կարևոր դեր են կատարել ոսկու բարձր պարունակությամբ բնորոշվող հին հասակի մետամորֆային հասվածքի ապարները:

Լիչքվաղ-Թեյի հանքավայրը գենետիկորեն կապված է Մեղրու բազմաֆազային պլուտոնի ամենավերջին ֆազի հետ, որի ոսկեբերությունը պայմանավորված է նրա դիֆերենցիացիայով: Հավանաբար, պլուտոնը սնող մագմայի առաջացմանը մասնակցել են տարբեր ֆորմացիաներին ու ֆազիաներին պատկանող ապարներ, որի մասին են խոսում պլուտոնի խալտարդետ պետրոգրաֆիական կազմը և նրա հետ կապված հանքայնացման տիպերը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Амирян Ш. О. Характер оруденения золота на одном месторождении. ДАН Арм. ССР, т. XXX, № 4, 1960₁.
2. Амирян Ш. О. К минералогии золоторудных месторождений. ДАН Арм. ССР, т. XXXI, № 1, 1960₂.
3. Амирян Ш. О. О вещественном составе руд одного из золоторудных месторождений. Известия АН Арм. ССР, серия геол. и географ. наук, т. XIII, № 3—4, 1960₃.
4. Амирян Ш. О., Карапетян А. И. Минералого-геохимическая характеристика руд Меградзорского золоторудного месторождения. Известия АН Арм. ССР, серия геол. и геогр. наук, т. XVII, № 2, 1964.
5. Амирян Ш. О. Некоторые новые данные по минералогии и геохимии руд Личкваского золоторудного месторождения. Известия АН Арм. ССР, серия геол. и геогр. наук, т. XIX, № 6, 1966.
6. Амирян Ш. О. Некоторые черты металлогении золота и золотоносные ассоциации минералов в Арм. ССР. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 4, 1968.
7. Амирян Ш. О. К условиям образования Меградзорского золоторудного месторождения. Зап. Арм. отд. ГМО, вып. 4, 1970.
8. Виноградов А. П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры. Геохимия, № 7, 1962.
9. Гукасян Р. Х., Меликсетян Б. М. Об абсолютном возрасте и закономерностях формирования сложного Мегринского плутона. Известия АН Арм. ССР, серия геол. и геогр. наук, т. XVIII, №№ 3, 4, 1965.
10. Гин, Льюкенс, мл. Ядерные методы анализа. В кн.: «Физические методы анализа следов элементов». Изд. «Мир», М., 1967.
11. Магакьян И. Г., Мкртчян С. С. Взаимосвязь структуры, магматизма и металлогении на примере Малого Кавказа. Известия АН Арм. ССР, серия геол. и геогр. наук, № 4, 1957.

12. Магакьян И. Г., Мкртчян С. С. Генетическая связь оруденения с магматизмом. Зяп. Арм. отд. ВМО, вып. 1, 1959.
13. Магакьян И. Г., Амирян Ш. О. Золото. Геология Армянской ССР, т. VI, Металлические полезные ископаемые. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1966.
14. Смейлс А. Радиоактивационный анализ. В сб. «Анализ следов металлов», ИЛ, 1961.
15. Щербаков Ю. Г. Распределение и условия концентрации золота в рудных провинциях. Изд. «Наука», М., 1967.
16. Якубович А. Г. Ядерно-физические методы анализа элементного состава руд и горных пород применительно к геохимическим поискам месторождений полезных ископаемых. М., 1965.
17. Vincent E. A., Smales A. A. The determination of palladium and gold in igneous rocks by radioactivation analysis. *Geochim. et Cosmochim. Acta*, v. 9, № 3, 1956.
18. Vincent E. A., Crocket J. H. The distribution of gold in rocks and minerals of the Skaergaard intrusion, East Greenland. *Geochim. et Cosmoch. Acta*, v. 18, № 1, 1960.
19. Vincent E. A., Crocet J. H. The gold content of some basic and ultrabasic rocks and Stone meteorites. *Geochim. et Cosmochim. Acta*, v. 18, № 1, 1960.