

УДК 550.31:551.24

О. В. МИРОШНИКОВА, Р. П. СЕПОЯН, А. А. ХАЛАТЯН, Ю. Г. ШОПИН

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТЕКТОНИКИ КАФАНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА ПО ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Существующее металлогеническое районирование юго-восточной части Малого Кавказа основано на выделении продольных рудных зон по тектоно-магматическому признаку [2]. Эта закономерность, в частности, отмечается многими исследователями в Кафанском районе, которые подчеркивают рудоконтролирующую роль меридиональных разрывов. Проведенные в последнее время детальные комплексные геофизические исследования свидетельствуют о более сложной зависимости распределения месторождений и рудопроявлений меди и полиметаллов и, прежде всего, о большом рудоконтролирующем значении крупных близширотных (поперечных) разломов. В настоящей статье приводятся некоторые результаты геофизических исследований глубинного строения Кафанского района и роли разрывных нарушений в формировании рудных месторождений.

По современным представлениям главным рудоконтролирующим фактором в рассматриваемом районе считается стратиграфический, поскольку медное оруденение приурочено к верхнебайосскому горизонту средней юры.

Структурный контроль выражен в четкой пространственной связи рудоносных участков с крупными дорудными разломами. Как правило, такие зоны приурочиваются к сводовым частям антиклинальных складок и представляют значительный поисковый интерес. В соответствии с этим основной задачей геофизических работ явилось изучение глубинного строения рудного поля, с целью выявления пликативных и разрывных структур, в которых могут быть локализованы промышленные месторождения меди и полиметаллов. Решение этой задачи проведено на основе данных, полученных в результате сейсмических наблюдений с привлечением материалов других геолого-геофизических работ.

В геологическом строении района принимают участие вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы юрского и мелового возраста, входящие в нижнеальпийский структурный ярус, который подразделяется на два подъяруса—нижний и верхний [1]. Вулканогенные образования нижнего подъяруса (средняя юра), слагающие ядра Кафанского антиклинория, представлены порфиритами и их туфами, а также толщей переслаивающихся осадочных и вулканических пород. Верхний структурный подъярус сложен вулканогенно-осадочными отложениями верхнего отдела юрской системы (оксфордский и киммерийский ярусы, неразделенные) и состоит из пирокластических пород (песчаники, туфоконгломераты, гравеллиты) и порфиритов среднего и основного состава.

Меловые отложения распространены на периферийных участках— на западе и востоке района; представлены терригенно-карбонатными породами с прослоями диабазовых и андезитовых порфиритов. Отложения неогеновых и четвертичных систем выражены потоками лав андезитового и базальтового состава. На большей части территории исследованных коренные породы перекрыты аллювиальными и делювиальными наносами небольшой мощности.

Среди собственно интрузивных пород, развитых в пределах Кафанского поля, выделяются кварцевые порфиры, альбитофиры, габбро-диабазы, которые образуют небольшие жильные и дайкообразные тела. В южной части района на площади 4×20 км обнажаются породы Цавской интрузии, состоящей из диоритов, габбро, гранодиоритов и гранитов. Пространственно с интрузией связаны рудопроявления полиметаллов.

Главной структурой района является Кафанская брахиантиклиналь северо-западного направления с пологим ($15-20^\circ$) северо-восточным и более крутым ($25-30^\circ$) юго-западным падением крыльев. Наиболее сильно дислоцированы породы в ядре Кафанской структуры, где углы падения составляют $35-50^\circ$. Здесь широко развита система дизъюнктивных нарушений, которые пересекают и смещают на значительные расстояния (сотни метров) весь комплекс пород, слагающих эту структуру.

Маршруты сейсмических наблюдений методом отраженных волн, выполненные с учетом высокогорного рельефа местности, пересекают Кафанскую структуру в разных направлениях и образуют неправильную сеть профилей общей протяженностью около 200 км. Несмотря на разный характер детальности отдельных маршрутов наблюдений, все они содержат информацию о структурах, выходящих на поверхность и скрытых на глубинах до 3 км. Общие особенности строения среды получены в результате анализа волновых полей, зарегистрированных на территории исследования, а также рассмотрения характера распределения отражающих элементов и скоростных параметров в разрезах сейсмических профилей.

Данные скоростных и плотностных определений, полученные по материалам обработки годографов сейсмических волн и лабораторных измерений на образцах, свидетельствуют о сильной изменчивости физических характеристик пород, залегающих в различных геологических условиях. Наибольшей неоднородностью характеризуются отложения юрского возраста в своде Кафанского поднятия (скорость продольных волн меняется от 3,5 до 6,5 км/сек, плотность—от 2,3 до 2,8 г/см³), представленные вулканогенно-осадочными породами и пересеченные многочисленными дайками, малыми интрузиями и зонами разломов. Литолого-петрографическая неоднородность пород обуславливает изменчивость величин перепада физических параметров на их контактах и, естественно, приводит к ухудшению записи отраженных волн. К относительно выдержанным сейсмическим границам следует отнести границу раздела кварц-плагиоклазовых и эпидотизированных порфиритов, а также по-

дошву верхнеюрского комплекса пород, являющихся объектами поисковых исследований. Соотношение скорости продольных волн на этих границах достигает 0,75—0,7 и разность величины плотности—0,1—0,06 г/см³.

Высокими значениями упругих параметров ($V_{ср} = 5,5$ км/сек, $\sigma_p = 2,6—2,8$ г/см³) характеризуются известняки, дайки, базальтовые и андезитовые порфириды, породы Цавской интрузии. Перепад значений упругих параметров на контактах интрузивных массивов и литолого-стратиграфических горизонтов усиливается, если они контролируются зонами разломов и гидротермальных изменений [8]. От зон тектонических нарушений и даек регистрируются отраженные волны, не уступающие по своей выразительности волнам, образованным на контактах литологических слоев. Отсюда возникает неодинаковая степень проявления в волновых полях отражений, связанных с литологическими контактами и зонами тектонических нарушений. В периклинальных частях структуры литологические границы относительно устойчивы, имеют пологие углы падения и весьма четко прослеживаются по отраженным волнам. По мере приближения к сводовой части структуры преобладающее значение в сейсмических разрезах приобретают крутопадающие границы, соответствующие зонам тектонических нарушений и литолого-петрографическим неоднородностям.

При переходе от профильных к площадным геофизическим исследованиям района были привлечены материалы гравимагнитных съемок и данные аэрофотосъемок и космического дешифрирования. Отчетливая дифференциация геологического разреза по плотности, совпадение плотностных границ с геологическими контактами пород благоприятствуют использованию гравиметрических данных для изучения строения района [6, 7]. Структурные особенности района и магматизм отражаются в характере локальных гравитационных аномалий.

Для истолкования аномалий силы тяжести были привлечены материалы массовых измерений плотности горных пород по образцам, на основе которых определены закономерности изменения плотности по разрезу и площади. При рассмотрении этих данных было установлено, что локальные аномалии чаще всего обуславливаются не структурными формами границ, а физико-литологической неоднородностью разреза. Подтверждением этого явились результаты количественных расчетов для моделей сред, построенных по данным сейсмических разрезов и скважин, которые показали, что локальные аномалии вызваны, главным образом, вертикальной слоистостью, блоковым строением среды (рис. 1).

В магнитном поле отчетливо вырисовываются разрывные нарушения, выполненные изверженными основными породами, или контакты пород с разной намагниченностью. Для прослеживания тектонических нарушений, были использованы известные критерии их выделения в геофизических полях: линейные зоны высоких градиентов гравитационного поля, смещение в плане осей аномалий, изгибы изолиний и т. п. Сопоставление результатов интерпретации геофизических данных с систе-

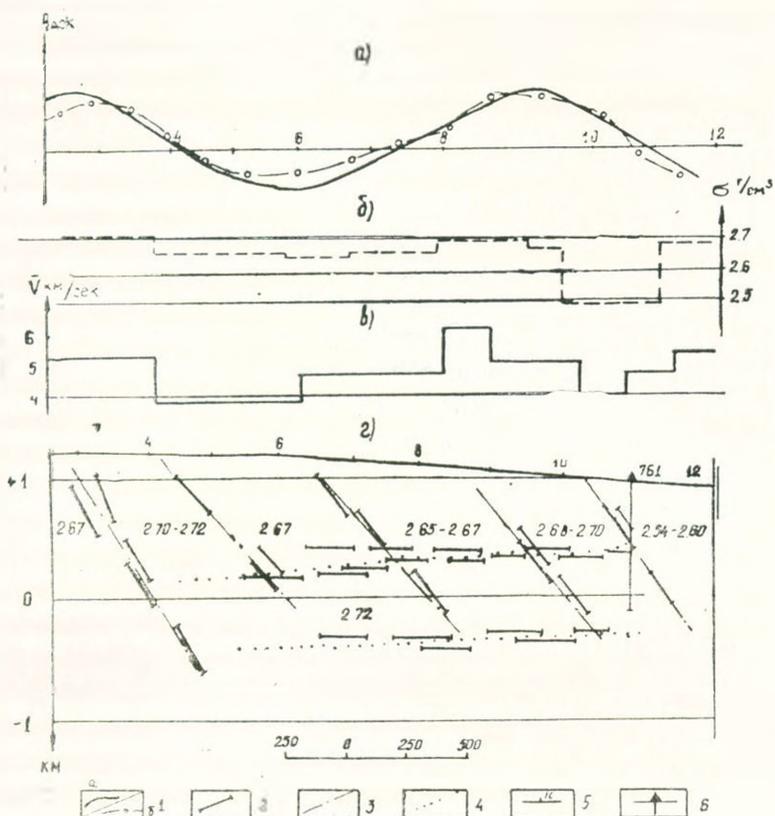


Рис. 1. Характер блокового строения и разрывной тектоники вулканогенно-осадочных пород Кафанского района на одном из участков маршрутов геофизических наблюдений. а) Теоретический и экспериментальный график локальных аномалий гравитационного поля, б) график плотности пород, в) график скорости продольных волн, г) сейсмический разрез профиля VII, проходящего по направлению с. Шабалин—с. Халладж. 1—теоретические (а) и экспериментальные (б) кривые аномалий гравитационного поля, 2—отражающие площадки, 3—зоны тектонических нарушений, ограничивающие участки пород с различной плотностью, 4—сейсмические границы, соответствующие литолого-стратиграфическим контактам пород, 5—пикеты геофизических наблюдений, 6—скважина.

мами разломов, установленными геологическими наблюдениями, а также с характером магматизма позволило провести тектоническое районирование Кафанского рудного района и получить новые данные о структурах, контролирующих оруденение (рис. 2).

Одним из основных результатов интерпретации геофизических материалов явилось установление важной роли поперечной близширотной зональности в строении Кафанского района. Эти зоны контролируют структуру в целом, и отдельные ее элементы ограничивают ядро структуры, контуры предполагаемой по данным гравиразведки глубинной интрузии, расчленяют структуру на более мелкие поперечные блоки. Наряду с этим выделен и подтвержден ряд разломов диагональных и меридиональных направлений. При сквозном прослеживании широтных и

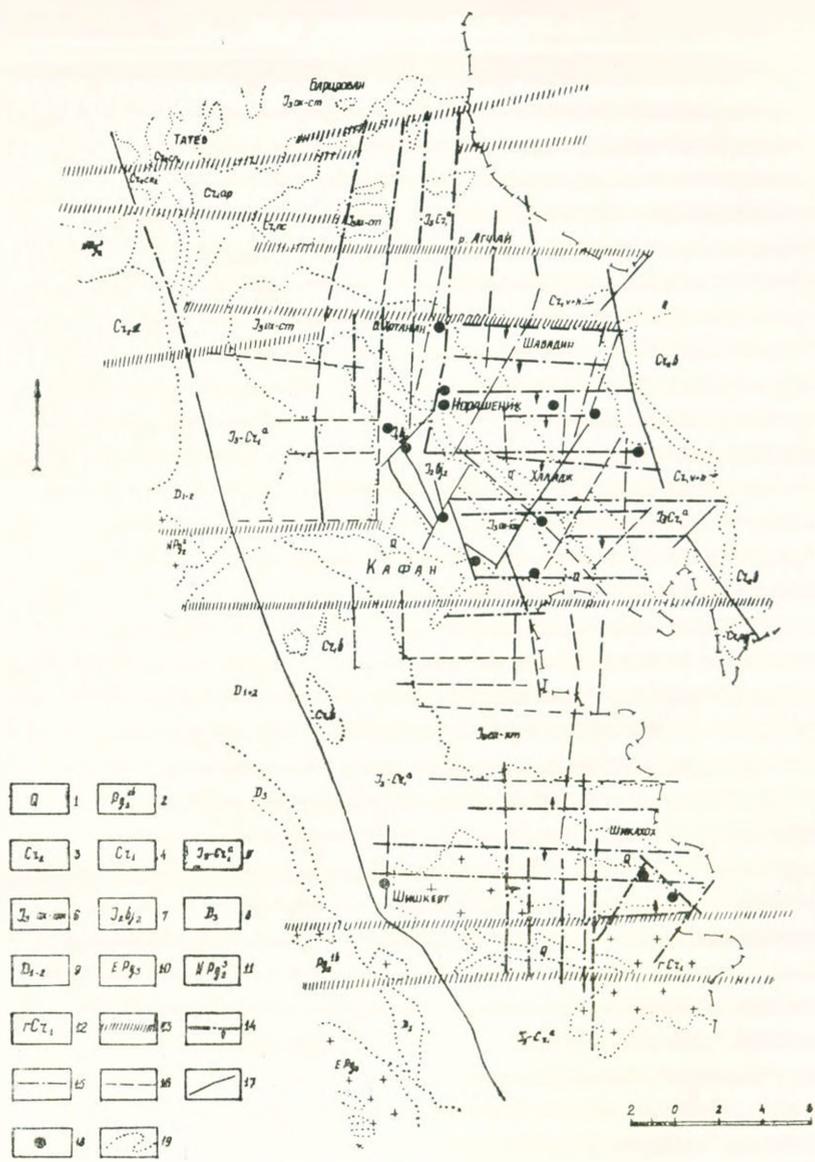


Рис. 2. Схема блокового строения и разрывной тектоники Кафанского рудного района по данным сейсморазведки и гравимагнитным наблюдениям (с привлечением геологических материалов и результатов дешифрирования аэрофото- и космических снимков). 1—верхнечетвертичные андезиты, андезито-базальты и аллювиальные отложения; 2—габброиды эоценовые; 3—верхнемеловые известняки и туфобрекчии; 4—нижнемеловые известняки, туфопесчаники и порфириды; 5—верхняя юра—нижний мел (нерасчлененные): порфириды и туфобрекчии; 6—верхний оксфорд-кимеридж; порфириды и туфобрекчии; 7—верхнебайосские кварц-плагноклазовые и кварцевые порфириды; 8—верхний девон, глинистые сланцы, кварциты, песчаники; 9—шишкертская свита; порфириды с линзами и пачками туфокогломератов; 10—щелочные интрузии нижнеолигоценного возраста; 11—габброиды верхнеэоценовые; 12—гранитоиды нижнемеловые; 13—широтные зоны разломов, выделенные по комплексу геолого-геофизических данных; 14—зоны разломов по данным сейсморазведки; 15,16—зоны разломов по данным интерпретации магнитного и гравитационного полей; 17—разломы по геологическим данным; 18—известные крупные рудопоявления и месторождения меди, молибдена, полиметаллов; 19—контакты пород по геологическим данным.

диагональных направлений на большей части территории исследования отмечается их кулисообразное смещение в зонах пересечения.

Данные сейсморазведки позволяют отнести широтные разломы к наиболее активным в тектоническом отношении структурам, имеющим наибольшие глубины заложения и крутые (близкие к вертикальным) углы наклона. Продольные разломы, являясь, в основном, трещинами скола, испытывают большие горизонтальные смещения. Следует отметить также, что поперечные зоны активны не только в тектоническом, но и в магматическом отношении — все известные в районе месторождения и рудопроявления относятся к гидротермальному типу и представлены серпией жил или штокверков широтного простирания. К широтным зонам приурочены дайковые проявления и выходы малых интрузий.

Существование глобальных разломов близширотного юго-восточного простирания, пересекающих и формирующих структуры всего Кавказско-Таврского региона, устанавливается по материалам космических и аэро-фотосъемок. Разломы этого направления расчленяют структуры Сомхето-Карабахской складчатой зоны, определяя их кулисообразное положение по отношению к общекавказскому северо-западному простиранию самой зоны. Крупные региональные разломы ограничивают с севера и юга Кафанскую складку и пересекают ее. С севера широтный Горисский разлом отделяет и смещает ее относительно Севано-Акеринской и Сомхето-Карабахской складчатых зон. С юга она ограничена также поперечным разломом, контролирующим Цавскую интрузию, и Араксинской ослабленной зоной.

Широтные зоны контролируют блоки гидротермально измененных пород, выходы интрузий, распространение лавовых потоков. С пересечениями широтных зон диагональными и меридиональными разломами оказываются пространственно связаны геофизические аномалии, участки повышенной концентрации полиметаллов, рудопроявления и месторождения. Таким образом, крупные зоны близширотного простирания имеют наибольшее рудоконтролирующее значение, и их можно рассматривать как наложенные узкие металлогенические зоны. Приуроченность к поперечным зонам фациальных и структурных изменений юрских отложений Кафанского поднятия, молодых (послемеловых и четвертичных) интрузий и экструзий, свидетельствует о древнем их заложении и многократном омолаживании в периоды альпийского орогенеза [4, 5].

По данным сейсмических исследований, результатов изучения связей между геофизическими полями и региональными особенностями геологического строения, привлечения материалов дешифрирования аэро-фото- и космических снимков в пределах Кафанского рудного района были выделены следующие крупные широтные зоны тектонических нарушений (рис. 2).

1) Цавско-Шикахохская зона контролирует внедрение Цавского интрузива и отчетливо прослеживается по комплексу геолого-геофизических данных. На востоке зона пересекает Мегринский плутон и смыкается со следующей за ним к северу Кафано-Каджаранской зоной раз-

лома. Наличие зоны подтверждается существованием здесь области высоких градиентов гравитационного поля, прослеживанием по данным сейсморазведки большого количества вертикальных границ, а также рядом геоморфологических признаков, которые отчетливо проявились при дешифрировании аэрофото- и космических снимков. В пределах зоны, по геофизическим данным, выделяется серия разнонаправленных разломов. На пересечении широтных и меридиональных разломов располагаются аномалии магнитных и электрических полей, соответствующие Шикахохскому и Шишкертскому рудопроявлениям. Цавская интрузия, по данным сейсморазведки, имеет форму крутопадающего пласта с общим северным падением под углами $60-80^\circ$, что объясняет смещение на север гравитационной аномалии.

2) Кафано—Каджаранская зона, включающая область известных месторождений и рудопроявлений меди, молибдена и полиметаллов, наиболее полно изучена геолого-геофизическими работами. Наличие серии крутопадающих границ в сейсмических разрезах и широтной региональной зоны высоких градиентов гравитационного поля, а также ряд особенностей магнитного поля позволяют объединить выделенные разломы в единую широтную зону.

Северная граница зоны проходит по широтному разлому на уровне с. Халадж, который пересекает Хуступ-Гиратахский разлом на западе и ограничивает с севера основной выход Мегринского плутона. Южная граница проходит по широте гор. Кафана и ограничивает с юга контур предполагаемой, по данным гравиразведки, глубинной интрузии.

Внутренняя структура зоны сложная: она пересечена разнонаправленными разломами, контролирующими дифференцированные смещения блоков внутри зоны амплитудой в первые сотни метров. В пределах зоны замыкается большинство крупных разломов северо-западных и северо-восточных направлений, формирующих блоковую структуру ядра складки. На пересечении этих разломов с широтными располагаются известные месторождения и рудопроявления. На западном продолжении зоны к таким пересечениям приурочены Парагачайское и Каджаранское медно-молибденовые месторождения.

3) Норашеникская зона располагается на северном крыле Кафанской брахиантиклинали и состоит из большого количества разнонаправленных разломов, часть из которых детально изучена сейсмическими и другими геофизическими методами. Западное продолжение зоны прослежено по двум широтным направлениям областей высоких градиентов гравитационного поля, которые контролируют северное замыкание предполагаемой глубинной интрузии. Восточная часть зоны слагается из серии широтных разломов, располагающихся на участке г. Пеллор—с. Шрвенанц. Южный разлом этой зоны ограничивает с юга Пеллорскую экструзию и прослеживается до меридионального Хотананского разлома. Северный разлом проходит по широте с. Шрвенанц и также обрывается на Хотананском разломе.

Промежуточные элементы тектоники этой зоны прослеживаются в основном до разлома, идущего вдоль направления с. Шабалин—севернее с. Халадж. Этими разломами контролируются выходы экструзивных тел на участке г. Пеллор—с. Арцваник—с. Чанни и контакты фациальных изменений отложений верхней юры. На востоке они прослежены до меридионального разлома, контролирующего борт меловой впадины. По данным сейсморазведки устанавливается общее падение элементов тектоники на юг под углами 50—70°. Падение зон тектонических нарушений, обратное общему наклону слоев, определяет флексуобразное строение северного крыла Кафанской структуры.

4) Шабалинская зона устанавливается по комплексу геолого-геофизических данных: прослеживание крутопадающих границ в сейсмических разрезах, область высоких градиентов гравиметрического и магнитного полей и др. Восточное продолжение зоны на широте с. Верхний Хотанан контролирует контакт отложений верхней юры (оксфорд—кимеридж), являющихся обрамлением ядра Кафанской структуры.

5) Агчайская зона выделена по данным гравиразведки и геоморфологическим признакам. На востоке зона прослежена до пересечения с Кармакарским разломом, входящим в систему нарушений, ограничивающих наложенную меловую впадину.

6) Воротанская зона складается из трех крупных широтных—юго-восточных разломов, проходящих в направлении с. Татев—с. Шуриух, с. Барцраван—с. Мазра и вдоль широтного изгиба р. Воротан, и является последней на севере структурой, принадлежащей Кафанской брахиантиклинали.

Севернее этой зоны на уровне гор Горис за пределами исследуемой территории располагается широтная зона, которая ограничивает с севера Кафанскую антиклиналь, отделяя ее как структурную единицу от Севано-Акеринской и Сомхето-Карабахской складчатых зон. Горисская зона проходит по северной границе Мегринского плутона и замыкает Хустун-Гиратахский разлом.

В заключение отметим, что важным результатом проводимых сейсмических исследований в районе является получение сведений о строении крупных зон тектонических нарушений на глубину и по площади. Благодаря этому стало возможным осуществить более достоверную интерпретацию геофизических полей и на основе привлечения геологического материала составить крупномасштабную структурно-тектоническую схему Кафанского района. Выделенные на схеме по геофизическим данным крупные широтные зоны в целом хорошо согласуются с накопленными за последние годы геологическими представлениями о структуре Кафанского поднятия. Составленная по этим данным структурно-тектоническая схема позволяет наметить некоторые закономерности в размещении известных месторождений и рудопроявлений и выделить перспективные участки для поисков месторождений меди и полиметаллов. Приуроченность последних к областям пересечений широтных зон с меридиональными и диагональными (особенно северо-восточными) направления-

ми разломов позволяет рассматривать эти участки, как наиболее перспективные для постановки поисково-разведочных работ.

Управление геологии
Совета Министров Армянской ССР

Поступила 10.XI.1975.

Ո. Վ. ՄԵՐՈՇՆԻԿՈՎԱ, Ռ. Պ. ՍԵՊՈՅԱՆ, Ա. Ա. ԽԱՍՈՔՅԱՆ, Յու. Գ. ՇՈՊԻՆ

**ՂԱՓԱՆԻ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ՇՐՋԱՆԻ ՏԵԿՏՈՆԻԿԱՅԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԳԾԵՐԸ
ԵՐԿՐԱՑԻԶԻԿԱԿԱՆ ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ ԼՈՒՅՍԻ ՏԱԿ**

Ա մ փ ո փ ու լ մ

Հոգվածում նկարագրված են Ղափանի հանքային դաշտի խորքային կառուցվածքի սեյսմիկ հետազոտության արդյունքները և բացահայտված է խրվածքային խախտումների դերը հանքավայրի ձևավորման գործում: Տվյալներ են բերվում տեկտոնական խախտումների խոշոր զոնաների մասին և հատկապես նշվում է լայնակի զոնաների դերը հանքայնացման տեղակայման մեջ:

Ղափանի շրջանի սահմաններում առանձնացվում են լայնակի խախտումների 6 խոշոր զոնաներ, որոնք վերահսկում են երկրաբանական ամբողջական կառույցները և նրանց առանձին տարրերը: Ցույց է տրված, որ հանքային երևակումների ու հանքավայրերի մեծ մասը հարում է նշված զոնաների և միջօրեական ու խոտորնակի խախտումների հատման հանգույցներին, որը հիմք է ծառայում այդ տեղամասերը համարել առավել հեռանկարային հետագա որոնողա-հետախուզական աշխատանքների համար:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Акопян В. Т., Казарян А. Г., Шехян Г. Г. Особенности геологии и структуры Кафанского месторождения. Известия. АН СССР, сер. геол., № 5, 1965.
2. Габриелян А. А. Тектоническая карта Армянской ССР. Геотектоника, № 4, 1966.
3. Громова Н. Н., Мирошникова О. В., Морозова Л. М., Шопин Ю. Г. Комплексные геолого-геофизические исследования рудоконтролирующих структур в толще магматических пород Малого Кавказа. Сб. «Поиски глубоко залегающих рудных месторождений». Чимкент, 1970.
4. Казарян А. Г. Интрузивы юга Армении. Геология Арм. ССР, т. III, Изд-во АН Арм. ССР, Ереван, 1966.
5. Милановский Е. Е. Новейшая тектоника Кавказа, «Недра», М., 1968.
6. Никольский Ю. И., Сироткина Т. Н., Милай Т. А. Некоторые черты тектоники и истории геологического развития территории Армении по данным геофизики. Методы развед. геофизики, «Недра», вып. 12, Л., 1971.
7. Сироткина Т. Н., Никольский Ю. И. Способ последовательных геологических приближений при истолковании геофизических полей рудных районов (на примере Армении). Методы развед. геофизики, «Недра», вып. 12, Л., 1971.
8. Шопин Ю. Г., Мирошникова О. В., Громова Н. Н. Сейсморазведка при глубинном картировании вулканогенных и интрузивных пород Малого Кавказа Сб. «Геофиз. иссл. при геол. картировании», Алма-Ата, 1968.