

УДК 550.83:551.24

С. И. НАЗАРЕТЯН, С. С. КАЗАРЯН

ОПЫТ КЛАССИФИКАЦИИ ГЛУБИННЫХ РАЗЛОМОВ
ТЕРРИТОРИИ АРМЯНСКОЙ ССР, ВЫЯВЛЕННЫХ ПО
ДАНЫМ ГЕОФИЗИКИ

При изучении глубинного строения земной коры одной из актуальных задач региональной геофизики является изучение разломов различных типов и различной глубины. Из них особый интерес представляют глубинные разломы, которые контролируют такие важные процессы в земной коре, какими являются магматизм, образование фаций и формаций, эндогенная минерализация и др.

Покрытость большей части территории Армении образованиями третичного и четвертичного возраста создает определенные трудности при изучении тектоники геологическими методами. Применение геофизических методов исследования ослабляет мешающую роль мощного покрова.

Анализируя региональные и локальные особенности гравимагнитных и геотермических полей, сейсмичность, физические свойства горных пород, геологическую природу основных геофизических аномалий (с точки зрения тектоники), нами выделены следующие основные геофизические критерии выделения глубинных разломов республики: 1) линейные зоны больших горизонтальных градиентов силы тяжести, прослеживаемые на сотни километров (разломы 1, 4, 5, 6, 7, 8 на рис. 1); 2) резкое отличие структуры аномального гравитационного поля по обе стороны линии (разлом 1); 3) четкие границы магнитных зон (1) и подзон (2, 3, 5), по обе стороны которых намечаются разные фоны и морфология полей, отличие в формах, интенсивности и размерах аномалий; 4) нарушение структуры аномального магнитного поля (9, 10, 11); 5) резкое изменение интенсивности поля ΔT_a (1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11); 6) резкая смена знака аномального магнитного поля (1, 2, 3, 5, 11); 7) резкий скачок глубины залегания магнитоактивных масс (1, 2, 3, 5, 8); 8) цепочка интенсивных положительных локальных аномалий (1, 4); 9) полосы эпицентров сильных и слабых землетрясений (9, 10, 11); 10) линейно вытянутые полосы сильных и разрушительных землетрясений (1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11); 11) границы геотермических зон с разными тепловыми потоками (2, 3); 12) наличие локально-аномальных участков геотермического градиента (2, 3); 13) цепочки термальных ($T > 37^\circ$) источников (1, 2, 3, 4, 5, 9, 10).

Глубинные разломы, выявленные по этим критериям, представлены на рис. 1. Они по своему геологическому (и геофизическому) значению неравнозначны, поэтому возникает вопрос их классификации.

Существуют разные принципы классификации глубинных разломов: по их простиранию, морфологии, глубине залегания, металлогении, струк-

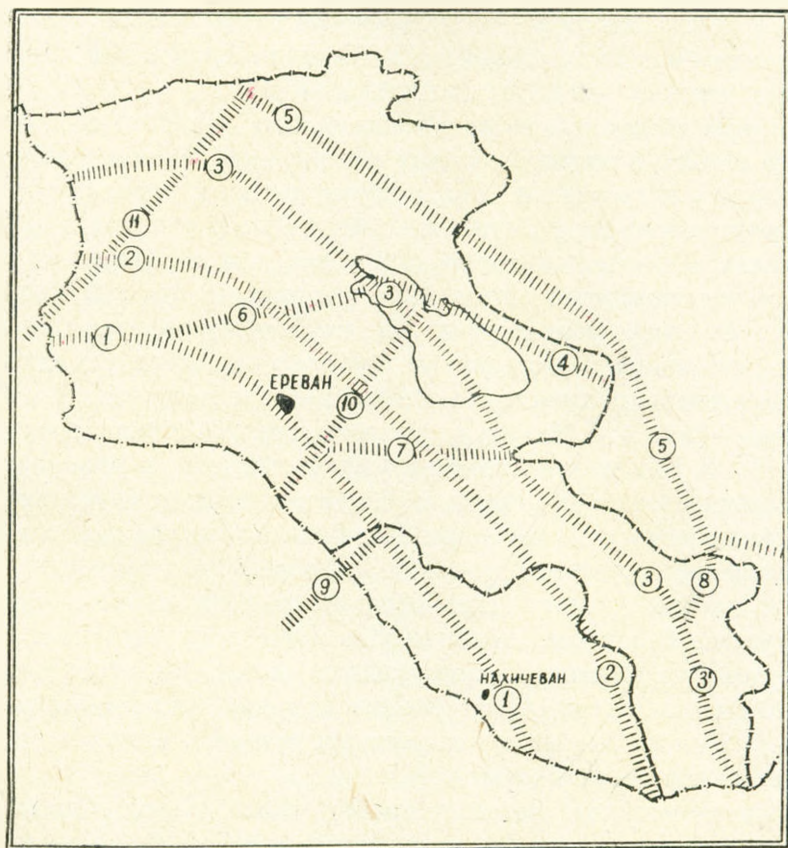


Рис. 1. Схема расположения глубинных разломов территории Армении по комплексным геофизическим данным.

турному положению, стадийным изменениям и др. [9, 10, 11]. Нами сделана попытка классификации выделенных глубинных разломов по направлению простирания, структурному положению и с применением ЭВМ.

По направлению простирания глубинные разломы подразделяются на три типа: общекавказские, антикавказские, широтные.

Общекавказские глубинные разломы по простираанию совпадают с направлением основных геологических структур и являются границами тектонических подзон и зон. Они имеют дугообразную форму и почти параллельны друг другу. К этому типу относятся глубинные разломы 1, 2, 3, 4, 5. Указанный тип разломов играл важнейшую роль в образовании фаций и формаций, магматизма и определяет металлогенические особенности всех металлогенических зон и подзон.

Намечается определенное совпадение контуров тектонических зон и тектоно-магматических комплексов с контурами рудных поясов и районов, выделенных И. Г. Магакьяном, который установил, что структурным контролем оруденения являются крупные дорудные разломы с.-з.—

ю-в. простираания [7]. Граница между Алаверди-Кафанским меднорудным и Памбак-Зангезурским медно-молибденовнорудным поясами совпадает с глубинным разломом 3, а Севано—Амасийский хромитовый пояс протягивается вдоль глубинного разлома 4.

Возраст общекавказских разломов точно установить трудно, так как они скрыты покровом молодых образований. По косвенным данным (по возрасту интрузивных тел, приуроченных к зонам разломов, по контрасту геологического строения обеих сторон разлома и др.) можно установить, вероятно, самый поздний возраст их образования. Приуроченность многочисленных небольших интрузивных тел габбро-перидотит-пироксенитовой формации к зоне глубинного разлома 1 позволяет сказать, что разлом заложен самое позднее в палеогене, так как эти тела мел-палеогенового возраста [6]. Верхним возрастным пределом глубинного разлома 2, по А. Т. Асланяну, является верхний эоцен, а, возможно, и сенон [1]. В пользу этого говорит и приуроченность к зоне разлома палеогеновых интрузий гранитоидов [6]. Существование глубинного разлома 3 сказывается с большой достоверностью с начала юрского времени [1], а нижний возрастной предел А. А. Габриеляном предполагается начиная с девона, с начала герцинского тектонического этапа [4]. Исходя из возрастов Севанского офиолитового пояса и гранитоидных интрузий Алавердского и Шамшадинского районов, можно сказать, что разлом 4 доэоценового возраста [4], а разлом 5, самое позднее,—мезозойского [6]. А. Т. Асланян верхним возрастным пределом второго глубинного разлома считает верхний сантон [1].

Во всяком случае можно уверенно сказать, что общекавказские разломы донеогенового возраста возникли в подэтапах главного геосинклинального этапа развития Армянской геосинклинали.

Широтные глубинные разломы ограничивают крупные наложенные структуры послепалеогена, которые секут основные геологические структуры под большим углом, в близширотном направлении. К числу этих разломов относятся глубинные разломы 6, 7, 8. Айодзорский наложенный прогиб и Севано—Ереванский грабен-синклиорий своим генезисом обязаны разломам широтного простираания.

В процессе интенсивного плиоцен-четвертичного вулканического пароксизма эти разломы играли ограничивающую роль, замыкая с севера и юга Гегамскую (разломы 6 и 7) и Сюникскую (разломы 7 и 8) вулканические подзоны. По роли в осадконакоплении и вулканизме их, по-видимому, можно считать послепалеогеновыми, или возникшими в орогенном этапе геосинклинального развития.

Антикавказские разломы глубинного заложения (разломы 9, 10, 11) секут донеогенные крупные структуры вкрест простираания. Они довольно плохо отражаются в геофизических полях, поэтому их трудно выделять. Это, вероятно, объясняется тем, что они существенной роли (качественного характера) в геологическом строении территории республики не играли. Их высокая сейсмичность говорит об их активности на современном этапе.

Из вышесказанного следует, что классификация глубинных разломов по их простиранию не носит случайный характер. Определенная система разломов образовалась на определенной стадии геосинклинального развития коры и характеризуется конкретными историко-геологическими особенностями и конкретным контролем в деле образования фаций и формаций, с определенной степенью развития магматизма.

Исходя из определения А. В. Пейве и В. Е. Хаина, на территории Армении по структурному положению выделяются два типа глубинных разломов: граничные геосинклинальные, отделяющие геосинклинальные прогибы от геосинклинальных поднятий, и межглыбовые, ограничивающие отдельные блоки внутри крупных геоантиклиналей и геосинклиналей. К первому типу можно отнести глубинный разлом I, отделяющий Приараксинскую зону (северный край Анатолийско-Иранского межгорного прогиба по К. Н. Паффенгольцу) от складчатой зоны Армении (антиклинорий Малого Кавказа). Ко второму типу относятся разломы 2, 3, 4 и 5, отделяющие соответственно следующие тектонические зоны и подзоны (синклинали от антиклиналей): Еревано-Ордубадскую от Ширакско-Зангезурской, Присеванскую от Ширакско-Зангезурской, Присеванскую от Кафанской (моноклинали), Присеванскую от Сомхето-Карабахской. К этому типу можно отнести и глубинные разломы 6, 7, 8, которые ограничивают Севано-Ереванский грабен-синклинорий и Айоцдзорский наложенный прогиб [1, 3, 6].

Геофизические критерии выявления глубинных разломов, описанные в начале работы, с некоторыми важными геологическими признаками (14—наличие офиолитовых поясов; 15—линейная система центров вулканических извержений и излияний; 16—несоответствие мощностей пород геологических разрезов по обе стороны линий; 17—контакт разновозрастных пород; 18—границы тектонических зон и подзон; 19—наличие разрывных нарушений вдоль полосы, представляющих поверхностные выражения глубинного разлома; 20—четкие границы поднятий и впадин; 21—разломы по развитости магматизма; 22—линейное расположение гранитоидных тел; 23—контраст фаций вдоль линий; 24—контраст формаций по обе стороны линий; 25—резкое изменение морфологии рельефа в региональном плане) одновременно являются показателями геолого-геофизической характеристики разломов. Они дают возможность классификации разломов средствами распознавания образов. Для этой цели нами использован алгоритм Ю. Л. Васильева и А. Н. Дмитриева для классификации объектов и явлений, которые характеризуются набором признаков [2].

Каждый разлом представлен числовой характеристикой, которая введена в ЭВМ как объект распознавания. В качестве такой характеристики взят набор чисел, каждый из которых соответствует показанию одного из 25 геолого-геофизических признаков. Кодировка проведена цифрами 1, 1/2, 0, соответственно степени выраженности признака. Так, например, по контролирующей роли в проявлении магматизма разломы

представлены цифрами: 1—выражена сильно (разломы 2, 3); 1/2—слабо (разлом 1); 0—очень слабо (разломы 9,10) и др.

Сравнительные оценки разломов рис. 1, полученные с помощью ЭВМ по 25 геолого-геофизическим признакам, представлены на рис. 2 в порядке убывания. На оси X расположены разломы глубинного заложения, а на оси Y—оценки разломов.

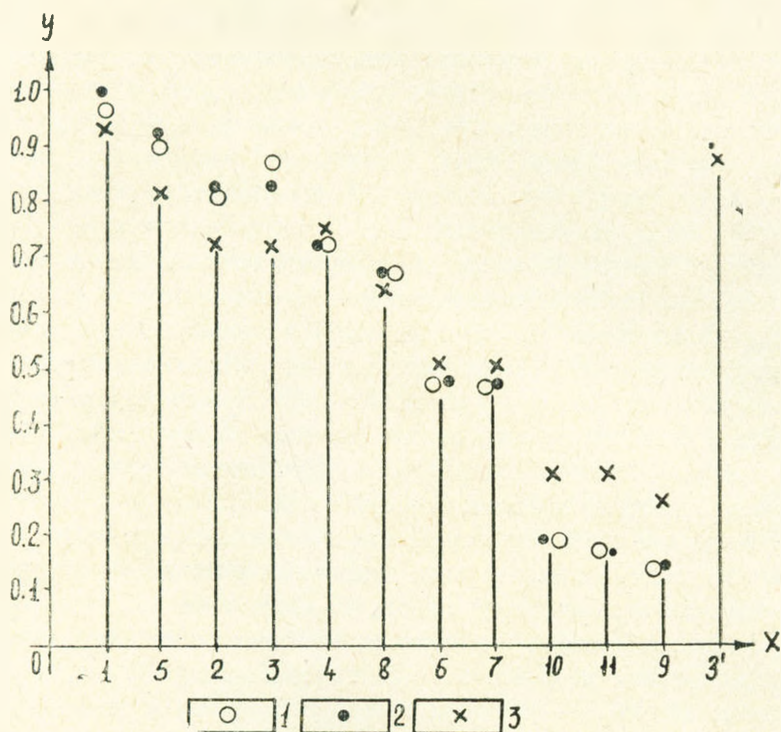


Рис. 2. Оценки глубинных разломов по ЭВМ. 1—по 25 геолого-геофизическим признакам; 2—по 25 признакам после перестроивания схемы разломов; 3—по 18 признакам.

Исходя из оценок, разломы можно группировать на три группы (классы), в которые входят сравнительно равноценные разломы:

А. Разломы с низкими оценками (9, 10, 11). Б. Разломы со средними оценками (6,7). В. Разломы с высокими оценками (1, 2, 3, 4, 5, 8).

Если в группах А и Б оценки разломов очень близки друг к другу, то в группе В довольно отличаются, поэтому возникает необходимость подразделения разломов на подгруппы: а) разлом 1; б) разлом 5; в) разломы 2 и 3; г) разломы 4 и 8.

В современном структурном плане, являющемся результатом историко-геологических процессов, намечается «разветвление глубинных разломов», причем ветви по генезису и геологической природе иногда резко отличаются друг от друга и возникает необходимость найти, какая ветвь более характерна для разветвляющегося разлома.

На схеме рис. 1 можно выделить два таких спорных вопроса.

1. Северо-западное продолжение разлома 3, начиная от северного берега оз. Севан, более характерно для разлома 3, как это мы приняли при классификации, или разлома 4?

Надо сказать, что по этому вопросу нет единого мнения и между геологами. Опираясь на то, что Севанский офиолитовый пояс, который протягивается вдоль разлома 4 и продолжается на северо-запад по Базумскому хребту до райцентра Амасия и дальше до Мраморного моря, А. А. Габриеляном проведен по этому направлению Севанский глубинный разлом [3, 4], а А. Т. Асланяном, по некоторым структурно-фациальным признакам, предположено наличие Ширакско-Зангезурского глубинного разлома, который почти совпадает с разломом 3 [1, 6].

2. Разломы 3 и 8 на юго-востоке объединяются, продолжение которых (разлом 3') известно в литературе под названием Хуступ-Гиратахского глубинного разлома. Возникает вопрос—надо соединить разлом 3' с разломом 3, как считают геологи [1, 3], или с разломом 8, как предполагает Ш. С. Оганисян [5].

Для решения отмеченных вопросов, нами сделаны некоторые переоснащения схем расположения глубинных разломов: северо-западное продолжение разлома 3 соединено с разломом 4, разлом 3' рассмотрен как отдельный разлом. После новой оценки разломов по тем же 25 геолого-геофизическим признакам с помощью ЭВМ оценки разломов менялись (рис. 2). По новым данным разломы 2 и 3 характеризуются одинаковыми оценками, что позволяет более уверенно группировать их в одну подгруппу. После соединения северо-западного продолжения разлома 3 с разломом 4, оценка разлома 4 по новой цифровой характеристике не меняется. Это свидетельствует о том, что северо-западная часть разлома 3 и разлом 4 имеют одинаковую геологическую (и геофизическую) природу и, по-видимому, их следует рассматривать как единый разлом.

Разлом 3' по своей оценке очень близок к разлому 5 и резко отличается от разлома 3, что даст основание считать разлом 3' вместе с разломом 8 юго-восточным продолжением разлома 5. Но разлом 8 характеризуется относительно низкой оценкой, чем разломы 3' и 5, что можно объяснить наличием лавового покрова над разломом 8 и его малой длиной, которые не позволяют четко установить некоторые геолого-геофизические признаки, по которым проводится цифровая характеристика разлома.

А. Т. Асланяном на территории Армении проводится граница эв- и миогеосинклиналей, которая совпадает приблизительно с разломом 2. Правее указанного разлома выделяется как эвгеосинклиналь, где развиты зеленокаменные вулканические породы, гранитоидные абиссальные и гипабиссальные интрузии, рудная минерализация постмагматического происхождения и др., а влево—миогеосинклиналь, где преобладают нормальноосадочные породы [1, 6].

На этой важной тектонической границе резко изменяется геологическое строение и связанные с ним физические условия, что обязательно находит свое отражение в геофизических полях и при оценке разло-

мов геолого-геофизическими признаками граница эв- и многоосинклиналей должна характеризоваться самыми высокими значениями. На рис. 2 видно, что такой границей должен служить разлом 1, а не разлом 2, т. к. он по своей величине оценки намного превосходит разлом 2. Это заметно и на гравимагнитных картах: магнитное поле влево от разлома 1 имеет спокойный, безградиентный характер со значениями аномалий близко к нулю (многоосинклиналь), а направо—поле характеризуется интенсивными знакопеременными аномалиями (эвгеосинклиналь). Разлом 1 четко фиксируется как длинная зона интенсивных градиентов Δg , чего нельзя сказать о разломе 2 [5]. Наличие пояса ультрабазитов левее разлома 2, который протягивается вдоль глубинного разлома 1 и продолжается на территории Турции и Ирана, также говорит в пользу проведения границы эв- и многоосинклиналей по разлому 1, т. к. наличие офиолитов в Еревано-Ордубадской зоне говорит о существовании здесь эвгеосинклиналя. При сравнении общих схем классификации глубинных разломов по их направлению простирания и по ЭВМ можно заметить, что они довольно близки друг другу. Разломы трех группы (А,Б,В) соответствуют разломам антикавказского, широтного и общекавказского простирания. Исключение составляет только разлом 8, который по классификации ЭВМ принадлежит к числу общекавказских разломов, а не широтных. Самые высокие оценки по ЭВМ получили разломы общекавказского, затем широтного и антикавказского простирания. Это говорит о их контролирующей роли в проявлении магматизма, образования фаций и формаций, в деле оруденения и др. Машинная классификация еще раз подтверждает правильность классификации глубинных разломов по направлению их простирания.

Разлом подгруппы «а» принадлежит к числу граничных геосинклинальных глубинных разломов, а разломы остальных подгрупп—к числу межглыбовых (по классификации А. В. Пейве и В. Е. Ханна).

Для машинной классификации глубинных разломов важным условием является число признаков, и чем больше оно, тем точнее классификация. Нами были использованы 25 признаков, из которых некоторые довольно трудно установить с большой уверенностью и поэтому мы сократили число признаков до 18. Полученные оценки разломов по величине низкие, но общая последовательность по оценке сохраняется, что говорит о достаточности 18 признаков для классификации глубинных разломов Армении по методу обучения распознавания образов (рис. 2).

Параллельно оценке разломов получают и сравнительные оценки геолого-геофизических признаков, что указывает каким признакам принадлежит основная роль при классификации. Из рис. 3 видно, что важными являются морфологические и магматические признаки, несоответствие мощностей и контраст формаций по обе стороны разлома, наличие зон больших градиентов гравитационного поля, резкий скачок глубин залегания магнитоактивных масс и др.

Обобщая вышесказанное, можно отметить, что классификация глубинных разломов, особенно скрытых областей, по алгоритму Ф. Л. Ва-

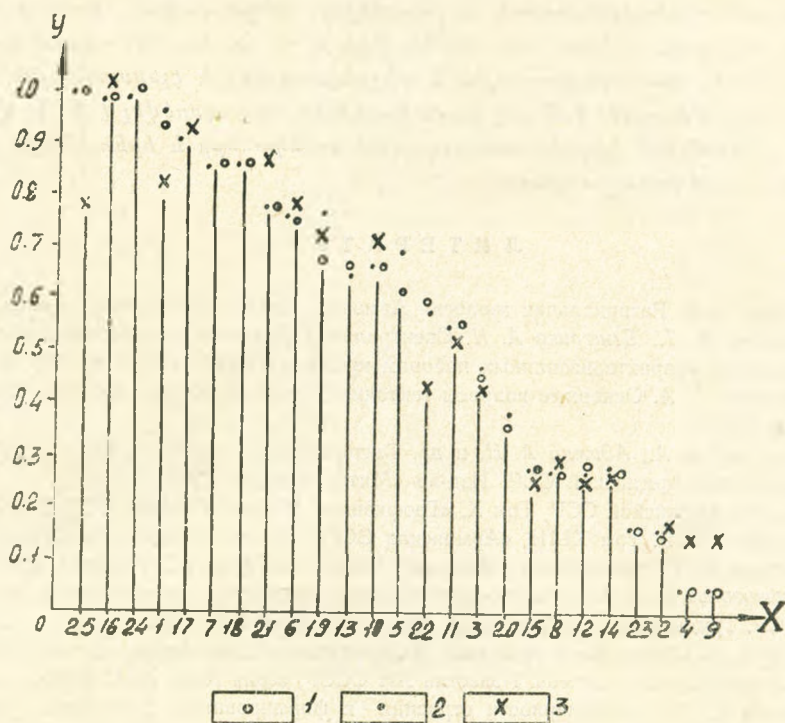


Рис. 3. Оценки геолого-геофизических признаков по ЭВМ: 1—при наборе 25 признаков и при схеме глубинных разломов, соответственно рис. 1; 2—при наборе 25 признаков и после перестроивания схемы разломов; 3—при наборе 18 признаков.

силева и А. Н. Дмитриева является эффективной тогда, когда используются геофизические признаки, потому что они сохраняют в себе информацию не только от скрытых структур, но и от глубинных, что подтверждает глубинный характер разломов.

Ордена Трудового Красного Знамени Институт
геофизики и инженерной сейсмологии
Академии наук Армянской ССР

Поступила 21.XI.1975.

Ս. Ն. ՆԱԶԱՐԵԹՅԱՆ, Ս. Ս. ՂԱԶԱՐՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ՏՈՐԱԾՔՈՒՄ ԴԵՈՖԻԶԻԿԱՅԻ ՏՎՅԱԼՆԵՐՈՎ
ՀԱՅՏՆԱՐԵՐՈՎԱԾ ԽՈՐՔԱՅԻՆ ԲԵԿՎԱԾՔՆԵՐԻ ԳՍԱԿԱՐԳՄԱՆ ՓՈՐՁ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ելնելով Հայկական ՍՍՀ տարածքի գեոֆիզիկական դաշտերի բնույթից, առանձնացված են խորքային բեկվածքների գոտիներ, որոնք իրենց երկրաբանական և գեոֆիզիկական բնութագրերով տարբերվում են միմյանցից, այդ իսկ պատճառով էլ դրանք դասակարգելու անհրաժեշտություն է ծագում: Բեկվածքները դասակարգված են իրենց տարածման ուղղությամբ (ընդհանուր

կովկասյան, հակակովկասյան և լայնակի), տեկտոնական կառուցվածքում
դրված դիրքով, ելնելով Ս. Վ. Պեյվեյի և Վ. Ե. Խայնի դասակարգումից
(սահմանային գեոսինկլինալային և միջբեկորային) և էլեկտրոնային հաշվիչ
մեքենաների միջոցով էՀՄ-ով դասակարգելիս օգտագործվել է Զ. Լ. Վասիլևի
և Ա. Ն. Դմիտրիևի կողմից առաջարկված օբյեկտների և երևույթների դասա-
կարգման սպեկտրալ մեթոդը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Асланян А. Т. Региональная геология Армении, Изд-во «Айпетрат», Ереван, 1958.
2. Васильев Ф. Л., Дмитриев А. Н. Спектральный подход классификации объектов и явлений, охарактеризованных набором признаков, ДАН СССР, т. 206, № 6, 1972.
3. Габриелян А. А. Основные вопросы тектоники Армении. Изд-во АН Арм. ССР, Ереван, 1959.
4. Габриелян А. А., Адамян А. Н. и др. Тектоническая карта и карта интрузивных формаций Армянской ССР. Изд-во «Митк», Ереван, 1968.
5. Геология Армянской ССР. Том X, «Геофизика», Изд-во АН Арм. ССР, Ереван, 1972.
6. Геология СССР. Том XLIII, «Армянская ССР». Изд-во «Недра», М., 1970.
7. Магакьян И. Г. Металлогения Армении. Изд-во АН Арм. ССР, Ереван, 1954.
8. Паффенгольц К. Н. Структурно-тектоническое районирование территории Армянской ССР. Труды ИГи АН Арм. ССР, Изд-во АН Арм. ССР, 1963.
9. Пейве А. В. Общая характеристика, классификация и пространственное расположение глубинных разломов. Известия АН СССР, серия геол., № 1, 1956.
10. Суворов А. И. Закономерности строения и формирования глубинных разломов. Изд-во «Наука», М., 1968.
11. Хаин В. Е. Глубинные разломы: основные признаки, принципы классификации. Изв. ВУЗов, Геология и разведка, № 3, 1963.