

ЕРЕВАНСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

Бадалян Мушет Седракович

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРХНЕПЛИОЦЕН-ЧЕТВЕРТИЧНОГО  
ВУЛКАНИЗМА ГЕТАМ-СЮНИКСКОЙ ОБЛАСТИ ГЕОФИ-  
ЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

(Специальность: 04.00.12 - геофизические  
методы поисков и разведки месторождений  
полезных ископаемых)

Диссертация написана на русском языке

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук

Ереван - 1976

ЕРЕВАНСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

Бадалян Мушег Седракович

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРХНЕПЛИОЦЕН-ЧЕТВЕРТИЧНОГО  
ВУЛКАНИЗМА ГЕГАМ-СЮНИКСКОЙ ОБЛАСТИ ГЕОФИ-  
ЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

(Специальность: 04.00.12 - геофизические  
методы поисков и разведки месторождений  
полезных ископаемых)

Диссертация написана на русском языке

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук

Ереван - 1976



2031

Ереванский государственный университет направляет Вам автореферат диссертации М.С.Бадаляна на тему "Исследование верхнеплиоцен-четвертичного вулканизма Гегам-Сюникской области геофизическими методами", представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Работа выполнена в Институте геофизики и инженерной сейсмологии АН Армянской ССР.

Научный руководитель: доктор геолого-минералогических наук  
Ц.Г.Акопян

Официальные оппоненты:

1. Академик АН Груз.ССР, доктор физико-математических наук Б.К.Балавадзе
2. Кандидат геолого-минералогических наук К.И.Карапетиан

Ведущее предприятие: Управление геологии СМ Арм.ССР

Автореферат разослан "30" *марта* 1976 г.

Защита диссертации состоится "30" *апреля* 1976г, на заседании Объединенного Совета по присуждению ученых степеней геологического и географического факультетов Ереванского государственного университета.

С диссертацией можно ознакомиться в кабинете научных работников университета.

Просим Вас принять участие в заседании Совета или прислать Ваш отзыв в двух экземплярах, заверенный печатью учреждения, по адресу: 375049, г. Ереван, ул. Мравяна, 1, Ереванский государственный университет, ученому секретарю.

Ученый секретарь Совета  
университета

/Г.М.МНАЦАКАНЯН/

## І. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ.** В настоящее время многие вопросы новейшего (верхнеплиоцен-четвертичного) вулканизма Армении являются спорными и вызывают дискуссии в научных кругах. Большие разногласия между исследователями вызывают вопросы, касающиеся самого типа извержений, глубины и характера магматических очагов. Слабо разработаны также вопросы связи вулканизма с разрывной тектоникой, роли глубинных разломов при вулканизме и т.д.

Существующие расхождения во взглядах на новейший вулканизм Армении в значительной мере объясняются исключительно слабым использованием геофизических данных при его изучении. Геофизические данные для изучения геологического строения территории Арм.ССР использованы в работах А.Т.Донабедова, Ц.Г.Акопяна, Ш.С.Оганисяна, Т.Н.Сироткиной, Л.К.Татевосян, Э.Б.Аджимамудова, Н.К.Карапетян, С.А.Пирузяна и др. В указанных работах геофизические данные используются, в основном, для геотектонического районирования, изучения характера и взаимоотношений крупных тектонических единиц, для изучения рельефа кристаллического фундамента и других геофизических границ и т.д. Однако, ввиду мелкомасштабности этих исследований, вопросы вулканизма и его связи с тектоникой рассматриваются как нечто второстепенное, или вовсе не затрагиваются.

Исследование новейшего вулканизма Армении интересно не только с чисто вулканологической точки зрения, но и с точки зрения тектоники, истории развития земной коры. Весьма своеобразный тип деятельности указывает на особое состояние фундамента и, как думается, занимает определенное место в развитии земной коры. В отношении всех вышеотмеченных вопросов геофизическое изучение новейшего вулканизма Гегам-Сюникской области, благодаря ее строению и характерному положению, может дать много интересного.

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ.** Целью настоящей работы являлось исследование верхнеплиоцен-четвертичного вулканизма и разрывной тектоники

Гегам-Сюникской области, выяснение характера и глубинных условий извержений андезитовых, андезито-базальтовых и базальтовых моногенных вулканов.

#### ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ:

1. Изучение строения вулканических аппаратов.
2. Выяснение местоположения, размеров и глубины залегания магматических очагов.
3. Изучение связи вулканизма с разрывной тектоникой; выяснение типа тектонических нарушений, с которыми связаны вулканы; определение роли глубинных разломов при вулканизме.
4. Уточнение границ блоковых тектонических структур, контролирующих пространственное распределение вулканизма.

Для решения этих задач были проведены гравимагнитные исследования на более чем 20 вулканических конусах Гегам-Сюникской области, представляющих шлаковые, лавовые вулканы и вулканы гегамского типа. На основе крупномасштабной аэромагнитной съемки составлена карта осей магнитных аномалий Гегам-Сюникской области. Региональные геофизические данные, имеющиеся для территории Армянской ССР, заново были интерпретированы с целью их более углубленного качественного и количественного анализа в Гегам-Сюникской вулканической области.

**НАУЧНАЯ НОВИЗНА РАБОТЫ.** Проведенные исследования дали возможность: 1) выявить особенности глубинного строения вулканических аппаратов; 2) получить данные, подтверждающие ареальный характер их извержений и опровергающие "паразитическое" происхождение вулканов; 3) обнаружить вторичные магматические очаги и определить глубину их залегания; 4) выявить глубинные магмопроводящие разломы и определить их роль при вулканизме; 5) выявить целые системы локальных тектонических нарушений и показать их отношение к вулканизму; 6) показать связь локальных магнитных аномалий с субвулканическими телами; 7) составить тектоническую схему Гегам-Сюникской вулканической области.

Кроме вышеперечисленных новых данных, которые значительно дополняют существующие представления о вулканизме и тектоническом строении Гегам-Сюникской области, выявлены также закономерности, дополняющие представления о связи вулканизма с сейсмичностью,

неотектоническими движениями как в Гегам-Сюникской области, так и в зоне Транскавказского ареала.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ** работы определяется получением данных о вторичных магматических очагах, субвулканических тел и разломной тектонике, которые могут быть использованы при рудопоисковых работах в Гегам-Сюникской области.

**АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ.** Основные результаты диссертационной работы докладывались на семинарах Института геофизики и инженерной сейсмологии АН Арм.ССР, на Республиканской научно-технической конференции молодых научных сотрудников Армении (Ереван, 1973), на IX Всесоюзной конференции по вопросам постоянного геомагнитного поля, магнетизма горных пород и палеомагнетизма (Баку, 1973), на IV Всесоюзном вулканологическом совещании (Петропавловск-Камчатский, 1974), во Всесоюзной школе геофизиков-магнитологов (Ленинкан, 1974).

**ПУБЛИКАЦИИ.** По результатам выполненных исследований опубликовано 5 статей и написано 3 отчета.

**ОБЪЕМ РАБОТЫ.** Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав и основных выводов, изложенных на 120 страницах машинописного текста, содержит 57 рисунков, 1 таблицу, список литературы - III наименований.

В процессе исследований автор пользовался советами и консультациями кандидатов геол.-мин. наук Э.Б.Аджимамудова, С.Г.Карапetyана, Ш.С.Оганисяна, К.Г.Шириняна. Всем названным лицам, а также научному руководителю Ц.Г.Акопяну и сотруднику отдела структурной геофизики ИГИС АН Арм.ССР, оказавшим помощь в подготовке фактического материала, автор выражает искреннюю признательность.

## П. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первая глава содержит общие сведения о стратиграфии, тектонике, классификации и морфологии вулканов Гегам-Сюникской области верхнеплиоцен-четвертичного вулканизма и о ее положении в тектонической структуре Армянского нагорья.

В пределах Армянского нагорья и Кавказа в последнее время выделяются (К.И.Карапетян) три изолированные зоны новейшего вулканизма. Две зоны выражены подставляющими друг другу дугами (Северная и Южная), выпуклообращенными к северу, третья зона (Транскавказский ареал) представлена широкой полосой, секущей указанные дуги в близмеридиональном направлении. В пределах СССР находятся восточная большая часть Северной дуги, охватывающая Гегамское нагорье, Айодзор-Варденисскую область, Сюникское нагорье, и северная часть Транскавказского ареала, охватывающая Арагацское и Ахалкалакское нагорья. Считается (К.И.Карапетян), что вулканические излияния в Северной дуге и Транскавказском ареале происходили самостоятельно и параллельно. Каждая из этих зон характеризуется своими магматическими формациями и своим специфическим вулканизмом. Добавим, что Гегам-Сюникская область и Транскавказский ареал характеризуются также разными соотношениями геофизических полей, что свидетельствует о различных глубинных и тектонических условиях этих зон.

Таким образом, изучение вулканизма Гегам-Сюникской области, как обособленной самостоятельной вулканической области, достаточно обосновано.

Гегам-Сюникская область приурочена к центральной приподнятой зоне Армении, простирается в СЗ-ЮВ направлении и территориально, в первом приближении, соответствует Мисхано-Зангезурской донеогеновой ~~интратектоно~~антиклинальной зоне (А.Т.Асланян).

Наиболее древними породами области являются образования нижнепалеозойского метаморфического комплекса. Представлены они известняками, кварцитами и глинистыми сланцами девоне и нижнего карбона, перекрытыми пермскими известняками.

Мезозойские образования представлены известняками, песчаниками, аргиллитами, конгломератами и другими осадочными и вулканоген-

но-осадочными отложениями триаса — мела.

Палеогеновые породы представлены туфогенными песчаниками, алевролитами, глинами, известняками и порфиритами.

Последовательность новейших отложений Гегам-Сюникской области в общем представляется в следующем виде:

1. Средний и верхний сармат: глины.
2. Нижний-средний плиоцен: толща андезитов, андезито-дацитов, андезито-базальтов и их пирокластолитов.
3. Верхний плиоцен — начало четвертичного периода: липариты, обсидианы, перлиты, пемзы, андезиты, андезито-базальты, базальты.
4. Четвертичный: андезиты, андезито-базальты, частично базальты, аллювиально-пролювиальные отложения и прибрежно-озерные песчано-пелловые осадки.

Тектоническое строение большей части Гегам-Сюникской области замаскировано молодыми лавовыми потоками и покровами. По последним данным (Б.Е.Милановский, С.В.Мартirosян, С.П.Баян и др.) в пределах области выделяются следующие наиболее крупные структурные элементы: Ахтинская антиклинальная складка, Гаварагетская впадина, Башкентское поднятие, Норадузская синклиналь, Сарыкаинская антиклиналь, Аргичинская и Ахер-Бахерская антиклинальные складки, Варденисская синклиналь, Сюникский синклинорий.

Многие вопросы вулканизма и тектоники Гегам-Сюникской области в настоящее время являются спорными. В частности, слабо разработаны вопросы, касающиеся типа извержений, глубины и характера магматических очагов, связи вулканизма с разрывной тектоникой и т.д. Так например, одни исследователи (К.И.Карапетян, К.Г.Ширинян) считают, что в послеледниково-эоценовое время вулканизм области характеризовался, в основном, извержениями ареального типа. Другие исследователи (Ф.Ю.Левинсон-Лессинг, Б.М.Куплетский, С.С.Кузнецов, Е.А.Нефедьева) признают только трещинный тип деятельности и считают, что антропогенные вулканы являются вторичными "паразитическими" образованиями.

Некоторые исследователи (С.С.Кузнецов, К.Н.Паффенгольц) связывают вулканы с нарушениями сбросового характера, другие (А.Т.Асланян, А.А.Габриелян) — непосредственно с зонами глубинных разломов. К.И.Карапетян считает, что антропогенные вулканы связаны с локальными нарушениями, крылья которых почти не испытывали вертикальных смещений.

В Гегам-Сюникской области насчитывается более 200 вулканов, подавляющее большинство которых представлены моногенными андезит — базальтовыми конусами правильных форм, с кратерами или без них, сложенными эксплозивным, эксплозивно-лавовым или одним лавовым материалом. Размеры их обычно колеблются от первых десятков до нескольких сот метров и редко доходят до первых километров.

В общем, вулканы области представлены следующими типами: 1 — линейные (трещинные) вулканы; 2 — полигенные вулканы; 3 — моногенные вулканы центрального типа (купола, шлаковые и лавовые конусы, вулканы гегамского типа); 4 — линейно-локальные вулканы.

Вторая глава содержит краткий обзор геофизических исследований, проведенных в различных вулканических областях Земли, основные задачи геофизического исследования вулканизма Гегам-Сюникской области, методику геофизического изучения вулканических аппаратов, физические свойства горных пород и методику геологической интерпретации геофизических данных.

Многочисленные исследования, проведенные в Японии (И. Хагивара, А. Куботера, Н. Сумиторо, Т. Рикитаке, И. Йокояма), на Гавайских островах (А. Малахов, Г. Вуллард), на Камчатке (А. П. Горшков, В. И. Горельчик, М. И. Зубин, Л. А. Ривов, Э. А. Рындин, Г. С. Штейнберг, А. М. Чирков, А. И. Фарберов и др.) и в других вулканических областях (А. Малахов, Н. Модриньяк, Ф. Келлер, Ф. Штудт, И. Йокояма, К. Хораи, С. Уэда, А. Хадирисумо и др.), показывают эффективность геофизических методов при решении ряда вопросов, связанных с геологической структурой отдельных вулканов и тектоническим строением вулканических областей. Вулканические области и отдельные вулканы в их пределах характеризуются определенным соотношением геофизических полей, соответствующим глубинному и тектоническому строению областей, степени активизации, строению и составу вулканических аппаратов и другим особенностям вулканизма.

Главные задачи геофизического исследования новейшего вулканизма Гегам-Сюникской области заключались в следующем: 1) изучение строения вулканических аппаратов; 2) выяснение местоположения и глубины магматических очагов; 3) изучение связи вулканизма и разрывной тектоники с выявлением характера тектонических нарушений, с которыми связаны вулканы; 4) уточнение границ блоковых

тектонических структур, контролирующих вулканические проявления.

Для решения ~~частей~~ из этих задач использованы данные о сейсмичности, материалы по гравитационному, аэромагнитному и геотермическому картированию территории Армянской ССР. Для изучения строения отдельных вулканических центров использованы материалы по крупномасштабной аэромагнитной съемке и данные специальных гравиметрических исследований, проведенных на вулканических конусах.

Наземной гравиметрической съемкой изучены более 20 вулканов Гегам-Сюникской области, представляющих разные типы андезит-базальтовых конусов. Наблюдения производились по профилям, проходящим через вершину или через кратер вулканов. Для выбора направлений профилей предварительно была изучена аэромагнитная карта области в масштабе 1:50000. На этой карте, снятой с высоты 80 м, большинство вулканов характеризуются локальными изометрическими аномалиями. Другая часть конусов характеризуется линейными аномалиями или высокоградиентным магнитным полем. В первом случае наблюдения производились по двум пересекающимся профилям, во втором случае направление профилей выбиралось вкrest простирания аэромагнитных аномалий.

В связи с маленькими размерами вулканов, подводящих каналов, трещин и возможных неоднородностей в массиве вулканических построек, шаг наблюдений был выбран от 25 до 150 м в зависимости от характера изменения интенсивности полей.

Гравиметрическим исследованиям предшествовали топо-геодезические работы с целью определения абсолютных высот и географических координат точек наблюдений.

Относительные определения силы тяжести производились гравиметрами ГАК-7м и ГАК-7т. Магнитное поле измерялось полевыми магнитометрами М-18, М-23 и магнитометром типа Фанзелау.

Результаты исследований представлены в виде графиков аномалий Буге,  $Z_a$  и  $\Delta Z$ . Поправка за рельеф при вычислении аномалий Буге рассчитана с радиусом 9,2 км, при плотности промежуточного слоя 2,3 г/см<sup>3</sup>. Ошибка в вычислении аномалий Буге и магнитного поля составляет соответственно 0,25 мгл и  $\pm 28$  гамм.

Помимо проведения гравиметрической съемки были отобраны также около 2000 образцов изверженных пород вулканов, определены их магнитные свойства и плотность. Для наиболее уверенной интерпретации

геофизических материалов, имеющихся по изучаемой области, использованы также данные Ц.Г.Акопяна, Д.О.Минасяна, Ш.С.Оганисяна и др. по изучению магнитных свойств и плотности горных пород Армении.

Породы подлавого основания, начиная от эопалеозоя до нижнего палеогена включительно, представлены, в основном, практически немагнитными или слабемагнитными разновидностями ( $\Sigma$  колеблется от нескольких десятков до нескольких сотен  $10^{-6}$  единиц СГС).

Эффузивные породы верхнеплиоценового и четвертичного возрастов, представленные в основном андезито-базальтами, андезитами, базальтами и их туфами, характеризуются не только высокой магнитной восприимчивостью, но и высокой остаточной намагниченностью, значительно (5-15 раз) превышающей индуцированную намагниченность. Остаточная намагниченность пород этих возрастов является определяющим фактором формирования аномального магнитного поля. Наблюдается определенная закономерная связь между возрастом эффузивных пород и характером их намагниченности. Начиная от верхнего плиоцена до четвертичного интенсивность намагниченности увеличивается с уменьшением возраста пород. При этом нижнечетвертичные и верхнеплиоценовые породы характеризуются, в основном, обратной намагниченностью, в средне-верхнечетвертичные породы намагничены нормально.

Интрузивные породы мезозоя и кайнозоя, как правило, относятся к сильно магнитным породам. Магнитные свойства вулканогенных пород изменяются в зависимости не только от возраста, но и от химического и минералогического составов. Нередки также случаи, когда породы одного возраста и одного состава не сходятся по магнитным свойствам. Как бы не было незначительным такое несоответствие, учет его приобретает важное значение при количественной интерпретации магнитных аномалий.

Данные о плотности пород позволяют в геологическом разрезе Армении выделить две резкие границы, которые разделяют разрез на три структурно-плотностных этажа. К нижнему этажу принадлежит метаморфические породы эопалеозоя со средней плотностью около  $2,80 \text{ г/см}^3$ . В состав среднего плотностного этажа входят образования от девона (возможно силура) до верхнего эоцена включительно ( $\Sigma = 2,65 \pm 0,5 \text{ г/см}^3$ ). Верхний этаж представлен осадочными, вулканогенно-осадочными образованиями неоген-четвертичного време-

ни. Плотность этих пород в среднем близка к  $2,35 \text{ г/см}^3$ . Верхняя граница плотностного раздела является постепенной и может изменять свое стратиграфическое место.

Глава завершается описанием методики геологической интерпретации геофизических данных.

В первом этапе интерпретации региональные геофизические данные сопоставлялись с геологическими данными. Задачи сопоставления состояли: 1) в изучении характера распределения геофизических полей в Гегам-Сюникской вулканической области и сравнении на этой основе Гегам-Сюникской области с другими вулканическими районами Арм.ССР; 2) в установлении связей между геофизическими полями; 3) в определении геологической природы аномалий геофизических полей; 4) в составлении тектонических схем и выяснении связи вулканизма с разрывной тектоникой.

При сопоставлении <sup>автор</sup> располагал следующими геофизическими материалами по территории Арм.ССР: картами наземной и аэромагнитной съемок в масштабах 1:100000 и 1:200000, гравиметрической картой масштаба 1:200000, схемами геотермического районирования и распределения точных эпицентров землетрясений в масштабе 1:500000. Из всех этих материалов наиболее полными являются магнитометрические данные, которые при интерпретации приобретают первостепенное значение.

При сопоставлении геофизических и геологических данных наблюдаются следующие закономерности.

1. Магнитные и гравитационные аномалии первого порядка, а также сейсмичность и аномалии геотермического поля не имеют связи с видимыми геологическими структурами и объектами. Региональные особенности геофизических полей, по всей вероятности, парагенетически связаны между собой (в ряде случаев удастся установить их связь) и объясняются глубинным строением вулканической области.

2. Структуры, крупные интрузии, а в некоторых случаях и неоднородности фундамента, отображаются в характере гравитационных аномалий высокого порядка и магнитного поля на высоте 4 км.

3. Интрузии кислого состава в магнитном поле отображаются очень редко, а в гравитационном поле отображаются только в тех случаях, когда имеют глубокие корни в третьем плотностном этаже

(средняя плотность  $2,80 \text{ г/см}^3$ ). Интрузии основного состава, наоборот, в гравитационном поле не отображаются, если расположены в третьем этаже, и хорошо фиксируются максимумами силы тяжести, если расположены во втором плотностном этаже (средняя плотность  $2,65 \pm 0,05 \text{ г/см}^3$ ).

Основные и ультраосновные интрузии в магнитном поле обычно фиксируются независимо от их расположения.

4. Субвулканические тела основного состава, имеющие небольшие размеры и залегающие на маленьких глубинах, фиксируются только крупномасштабной наземной и аэромагнитной (на высоте 80 м) съемками.

Для изучения разрывной тектоники Гегем-Сюнникской области использованы данные крупномасштабной (м-ба 1:50000) съемки. На основе аэромагнитной карты составлена схема осей магнитных аномалий. Естественно, эта схема значительно обеднена информацией по сравнению с исходной картой, однако на ней лучше подчеркиваются линейные элементы магнитного поля. Подобные схемы осей магнитных аномалий использовались для изучения складчатой и разрывной тектоники в Советском Союзе и за рубежом (А.И.Краснов, Г.К.Кужелов, К.Ф.Тяпкин, М.Я.Цирульников и др.). В результате этих исследований выявлен ряд закономерностей соответствия линейных тенденций магнитного поля линейным элементам тектоники. Сопоставление карты осей магнитных аномалий с геологическими данными показывает, что эти закономерности, выявленные для платформенных регионов, в основном справедливы также для Гегем-Сюнникской вулканической области. Некоторые особенности связи линейных магнитных аномалий с геологическими объектами здесь обусловлены специфическим характером распределения магнитноактивных масс в верхних слоях земной коры.

При интерпретации гравимагнитных аномалий, наблюдаемых на вулканических конусах, сталкиваемся с некоторыми трудностями, связанными с учетом влияния рельефа, с выбором плотности промежуточного слоя и т.д. Опыт исследований показывает, что использование стандартной плотности промежуточного слоя  $2,30 \text{ г/см}^3$  сводит все возможности выявления структуры вулканов практически к нулю. Аномалии Буге, рассчитанные при таком значении плотности, часто являются как бы зеркальным отображением рельефа. Такая связь ано-

малый силы тяжести с вулканическим рельефом показывает, что плотность пород, слагающих конусы, меньше, чем использованное значение плотности промежуточного слоя. Исходя из этого, эффективная плотность для отдельных вулканических конусов определялась по способу Неттлтона. При правильном выборе плотности промежуточного слоя аномалии Буге над вулканами отличаются небольшой интенсивностью, что, видимо, связано с небольшими размерами аномалообразующих объектов и незначительным различием их от окружающих пород по плотности. Исходя из этого, мы ограничивались лишь качественной интерпретацией аномалий силы тяжести.

При интерпретации магнитных аномалий, наблюдаемых на вулканических конусах, первоочередная задача состояла в попытке установить какой частью вулканического аппарата создается аномалия: вулканическим конусом или магматическими телами, залегающими под ними. Для решения этого вопроса рассчитывались теоретические аномалии от вулканических конусов (при помощи решения прямой задачи магниторазведки) и сравнивались с наблюдаемыми аномалиями. Если теоретическая аномалия далеко не совпадает с наблюдаемой, то надо полагать, что аномалия вызвана не только массивом вулканического конуса, но и другими телами, залегающими в глубине. Достаточно полную информацию об этих телах дает так называемая остаточная аномалия, получаемая в результате вычитания теоретической аномалии от наблюдаемой. Для определения размеров и глубины залегания глубинных аномалообразующих тел пользовались, в основном, методом определения элементов залегания тел по значениям аномального поля на различных высотах, описанным А.А. Логачевым.

Пересчеты магнитного поля на высоту, а также решение прямой задачи магниторазведки по отдельным профилям производились на ЭВМ по типовым программам, разработанным в ВИГГ'е (Грознова, Бельфер, Иванов, Снежко).

Третья глава посвящена анализу региональных геофизических данных с целью изучения глубинного строения Гегам-Суникской вулканической области.

Первое, что бросается в глаза при попытке районирования геофизических полей на территории Арм.ССР, — это их зональность, совпадающая в первом приближении с донеогеновой тектонической зо-

ностью. О соответствии региональных аномалий геофизических полей определенным тектоническим зонам отмечается в работах А.Т. Донабедова, Ц.Т. Акопяна, М.С. Оганисяна, Т.Н. Сироткиной, Э.Б. Аджимамудова, А.К. Тетеросян, А.И. Никольского и других.

При сопоставлении геофизических полей с вулканизмом становится очевидным, что региональные магнитные, гравитационные и геотермические аномалии во многом обусловлены магматическими процессами, особенно интенсивно протекавшими в неоген-четвертичное время.

В центральной части территории Арм.ССР, где плен новейших вулканических проявлений наследует от донеогенового времени, общекавказская донеогеновая тектоническая зональность в геофизических полях отражается очень четко. На западе территории республики, в зоне Транскавказского ареала, пересекающего в своем простирании все донеогеновые тектонические зоны, общекавказская зональность геофизических полей проявляется менее отчетливо, или полностью нарушается. Более того, здесь можно заметить субмеридиональное простиранение геофизических аномалий, соответствующее в общем плану вулканических проявлений Транскавказского ареала.

Таким образом, в геофизических полях весьма определенно отражаются как донеогеновые тектонические зоны, так и зоны плиоцен-четвертичного вулканизма. При этом основные соотношения между геофизическими полями и вулканизмом заключаются в следующем.

Гегам-Сюникская вулканическая область, находящаяся в пределах Мисхано-Зангезурской донеогеновой интрагеоантиклинальной зоны, характеризуется пониженными значениями силы тяжести, относительно слабой сейсмичностью, повышенными значениями геотермического поля и положительными интенсивными аномалиями магнитного поля.

Транскавказский ареал отличается преимущественно отрицательным магнитным полем, средними или пониженными значениями геотермического поля, высокой сейсмичностью и относительным максимумом силы тяжести в своей южной части.

Все эти особенности геофизических полей парагенетически связаны между собой и объясняются глубинным строением указанных зон. Разные соотношения между геофизическими полями в Гегам-Сюникской области и Транскавказском ареале показывают, что эти зоны отличаются не только магматическими фациями (К.И. Карапетян) и другими "поверхностными" геологическими признаками, но и глубинным строением.

В пределах Гегам-Сюникской вулканической области наблюдается прямая пространственная корреляция между геотермическим и региональным магнитным полем. На карте наземной магнитной съемки вулканическая область отличается крупными, вытянутыми в северо-западном направлении магнитными аномалиями, наблюдаемыми также на всех уровнях аэромагнитной съемки (на высоте 4000 и 9000 м). Геотермический градиент здесь составляет около  $5^{\circ}\text{C}$  на 100 м, а величина плотности теплового потока изменяется в пределах 2,0-2,6 мк.кал/сек.см<sup>2</sup> и соответствует среднему значению теплового потока для кайнозойских вулканических областей (2,16 мк.кал/сек.см<sup>2</sup>). Предполагается, что вышеописанные аномалии геотермического и магнитного полей имеют единый источник. Такими источниками могут быть крупные магматические очаги, имеющие свои до сих пор не застывшие корни в нижних слоях земной коры — верхней мантии.

Положительные магнитные аномалии вулканической области объясняются насыщенностью этой зоны интрузивным материалом основного или среднего состава. По весьма несложным расчетам верхняя кромка магнитовозмущающих масс расположена на глубине 2-5 км. Незначительное изменение интенсивности и размеров аномалий с высотой показывает, что эти тела имеют крупные размеры и большое распространение в глубину. Если даже полагать, что геотермический градиент, составляющий в этой области около  $5^{\circ}$  на 100 м, не уменьшается с глубиной, то глубина, на которой достигается температура Кюри для ферромагнитных минералов, должна составлять не менее 15 км. Это значит, что мощность магнитоактивных масс может составлять 10-13 км. Интрузивные тела основного состава, имеющие такую мощность, вполне способны создавать описанные выше магнитные аномалии. Эти тела в плане полностью контролируют вулканические проявления Гегам-Сюникской области и, судя по всему, представляют собой вторичные магматические очаги. Существование магматических очагов примерно на таких же глубинах предполагается также по петрологическим данным (К.И. Карапетян).

Аномалии же геотермического поля, вероятно, обусловлены более глубокими частями магматических очагов, имеющими большие температуры. Обычно такой "подповерхностной" вулканической активностью объясняются высокие значения регионального теплового потока и в других кайнозойских вулканических областях (К.Хорам, С.Уэда).

Следует отметить, что вторичные очаги в гравитационном поле не отражаются. Это объясняется тем, что они расположены, в основном, в третьем плотностном этаже и по плотности мало отличаются от окружающих пород.

Приступив к рассмотрению региональных особенностей гравитационного поля, необходимо отметить, что, согласно последним данным о мощности земной коры на территории Арм.ССР, полученным в результате работ со станциями "Земля" (Г.В.Егоркина и др.), региональные аномалии силы тяжести трудно объяснить изменением мощности земной коры или отдельных ее слоев, как это делают некоторые исследователи. Эти аномалии вероятнее всего связаны с существованием в верхней мантии масс, аномальных относительно модели однородной среды: верхняя мантия отличается недостатком массы (разуплотнение) в зоне антиклинорного поднятия Малого Кавказа (зона гравитационного минимума), к которой приурочена Гегам-Сюникская вулканическая область, и избытком массы в сопредельных прогибах (зоны относительных максимумов силы тяжести). Разуплотнение верхней мантии в Гегам-Сюникской области, видимо, связано выходом подкоровых масс на дневную поверхность.

Сопоставление гравитационного и магнитного полей с сейсмическими данными позволяет глубинные разломы, выделенные разными исследователями в пределах Гегам-Сюникской области и сопредельных районов, подразделить на два главных типа: сейсмогенные и магмапроводящие. Первый тип разломов выделяется либо зонами высоких градиентов силы тяжести и эпицентрами землетрясений, либо только эпицентрами сильных землетрясений. Некоторые из этих разломов ограничивают Гегам-Сюникскую область с разных сторон и, возможно, являются границами крупного сводово-глыбового поднятия, однако прямого отношения к вулканизму не имеют. Ко второму типу (магмапроводящие разломы) относятся разломы, характеризующиеся, в основном, вытянутыми или изометрическими магнитными аномалиями, расположенными вдоль разломов. Два таких глубинных разлома выделяются впервые в Гегам-Сюникской области по магнитным данным. Они простираются вдоль вулканической области и в общем контролируют расположение вулканических подзон. Предполагается, что с этими разломами было связано образование вторичных магматических очагов.

Сейсмогенные разломы, будучи заложенные в условиях сжатия и не сопровождающиеся интенсивными магматическими проявлениями, при сохранении благоприятных условий могут оставаться активными в течение долгого геологического времени, в то время как магмапротодвидающие разломы (разломы растяжения) дополняются магматическими телями, после чего постепенно теряют свою тектоническую активность и, следовательно, также сейсмоактивность.

Примерно с этих же позиций объясняется слабая сейсмоактивность Гегам-Сюникской области. Центральная часть Малого Кавказа, на которой расположена Гегам-Сюникская область, начиная с неогена, интенсивно воздымается. Это приводит к растяжению указанной зоны. Условия растяжения обуславливают верхнеплиоцен-четвертичные вулканические проявления и находят свои косвенные и прямые отражения в характере современного геотермического поля. В результате образуются крупные вулканические щиты, сидящие на прочном, насыщенном интрузивными телами основании, где возможность тектонических движений дифференциального характера и их сейсмических последствий уменьшена.

2031  
Такие позиции истолкования вопроса соответствуют современным представлениям о связи сейсмичности и вулканизма со строением земной коры в мобильных областях. Сейсмические и вулканические процессы в земных оболочках более четко коррелируются со структурой, динамикой новейших движений и физическим состоянием, чем с составом (Г.П.Вергунов, А.Е.Святловский).

В четвертой главе приводятся результаты геофизического изучения отдельных вулканических аппаратов.

Изученные моногенные вулканы Гегам-Сюникской области, как правило, отличаются локальными изометрическими гравимагнитными аномалиями. При этом наблюдается определенная связь аномалий с вулканическим рельефом. Особенно тесной связью с рельефом отличаются гравитационные аномалии. Очевидно, при их создании значительную роль играют породы, слагающие вулканические массивы конусов. Информация о глубинном строении вулканических аппаратов, поступающая интегрированно вместе с гравитационным эффектом приповерхностных слоев, настолько мала, что ее разделение часто оказывается невозможным.



При создании же магнитных аномалий глубинные объекты (вулканические очаги и подводные каналы) играют более существенную роль. Разделение магнитного эффекта глубинных объектов и приповерхностных слоев успешно осуществляется вычислением теоретических аномалий от вулканических конусов и их сравнением с наблюдаемыми аномалиями. Магнитное поле, обусловленное эффектом приповерхностных факторов, часто имеет резко меняющийся характер, что связано с неоднородностями вулканических массивов, с неоднородной намагниченностью пород, слагающих эти массивы, с влиянием рельефа и т.д. Магнитное поле, обусловленное глубинными телами, меняется более плавно и характеризуется несравнимо большими амплитудами.

По знаку магнитных аномалий вулканы подразделяются на две группы: вулканы, характеризующиеся положительными аномалиями, и вулканы с отрицательными аномалиями. Изучение магнитных свойств пород показывает, что знак аномального поля вулканических аппаратов соответствует направлению намагниченности пород, создающих это поле. Отрицательные магнитные аномалии наблюдаются над верхнеплиоценовыми и нижнечетвертичными вулканическими аппаратами, продукты извержений которых имеют обратную намагниченность. Средневерхнечетвертичные вулканические аппараты отличаются положительными магнитными аномалиями.

Таким образом, знак магнитных аномалий, наблюдаемых над вулканическими конусами, обусловлен палеомагнитными особенностями пород, а характер изменения магнитного поля обусловлен, главным образом, поверхностной структурой конусов (соотношением пирокластических, экструзивных и лавовых материалов и т.д.) и не указывает на существенные различия между глубинным строением вулканических аппаратов.

В качестве конкретных примеров рассмотрим результаты геофизического изучения некоторых вулканов, отличающихся друг от друга как по характеру магнитного поля, так и по подповерхностной структурой.

Вулкан Пилур расположен у восточной оконечности Ераблурского плато Сюникского нагорья. Представляет собой небольшой конус, сложенный шлаками андезито-базальтового состава. Породы имеют обратную намагниченность. На аэромагнитной карте (Г.А.Русаков и др.), снятой с высоты 80 м, вулкан отличается локальной отрицательной

аномалией  $\Delta T_a$  интенсивностью 500–600 гамм. Интенсивность магнитных аномалий, наблюдаемых наземной съемкой, достигает до 2000 гамм. Вычисление теоретической аномалии позволяет оценить как влияние рельефа, так и воздействие пород, лежащих вулканический конус. Остаточная аномалия, получаемая в результате вычитания теоретической аномалии от наблюдаемой, представляет собой широкий минимум интенсивностью 1200 гамм. В плане она имеет северо-западное простирание; центр ее несколько смещен к юго-западу от вершины конуса. Аномалия связывается с субвулканическим телом, вытянутым в северо-западном направлении. Аномалия Буге над вулканом представляет собой слабый минимум, осложненный относительным максимумом. Максимум аномалии Буге совпадает с центром магнитной аномалии и, вероятно, связан с вулканическим каналом, заполненным породами, плотность которых больше средней плотности вулканического конуса. Субвулканическое тело, предполагаемое по магнитным данным, гравитационный эффект не создает. Следовательно, оно расположено ниже шлакового массива и по плотности почти не отличается от окружающих пород.

Вулкан Картала расположен на Ереблурском плато Сюникского нагорья. Сложен верхнеплиоценовыми андезито-базальтовыми лавами, имеющими весьма высокие магнитные свойства ( $J_n = 5800 \cdot 10^{-6}$  ГСГ,  $J_i = 700 \cdot 10^{-6}$  ГСГ,  $J = -40^\circ$ ). С высоты 80 м на вулкане наблюдается отрицательная аномалия ( $\Delta T_a$ ), вытянутая в северо-восточном направлении. Теоретические аномалии ( $Z_a$ ), вычисленные по двум пересекающимся на вершине вулкана профилям, по интенсивности на много уступают наблюдаемым аномалиям. Очевидно, последние вызваны не только вулканическим массивом конуса, но и магнитоактивным телом, залегающим в глубине. Предполагаемое тело какого-либо значительно гравитационного эффекта не создает. Аномалия Буге над вулканом, рассчитанная для плотности  $2,3 \text{ г/см}^3$ , является как бы зеркальным отображением вулканического рельефа и, вероятно, обусловлена тем, что средняя плотность конуса меньше  $2,3 \text{ г/см}^3$ . Полагается, что внутренняя часть конуса сложена шлаками, являющимися продуктами начального этапа извержения вулкана.

Остаточная магнитная аномалия над вулканом имеет довольно сложный вид, обусловленный, вероятно, влиянием приповерхностных неоднородностей. Для определения формы и глубины залегания магнитовозмущающего объекта выполнен пересчет аномального магнитного

поля на различные высоты и составлена карта  $Z_a$  в вертикальной плоскости. Предполагается, что аномалообразующее тело представляет собой косо намагниченный шток, верхний полюс которого залегает на глубине 350-400 м от поверхности.

Вулканы группы Акналич расположены в центральной части Гегамского нагорья. Выражены они шлаковыми постройками, с кратерами, приоткрытыми в ту или иную сторону. Эффузивы изливались из-под основания конусов. Интенсивность остаточной намагниченности шлаков в среднем составляет  $3000 \cdot 10^{-6}$  ГСГ. Порода намагничена по направлению современного геомагнитного поля. Наблюдаемые над вулканом магнитные аномалии ( $Z_a$ ) имеют типичный для шлаковых конусов резкопеременный сложный характер, обусловленный неоднородностями шлакового массива и неоднородной намагниченностью изверженных пород. Остаточные магнитные аномалии отличаются узкими максимумами на вершинах конусов. Судя по формам аномалий и по характеру их изменения с высотой, они вызваны крутопадающими столбообразными телами, по всей вероятности, каналами вулканов, заполненными магмой. С этими телами связываются также относительные максимумы аномалий Буге, наблюдаемые над вершинами конусов и совпадающими с максимумами магнитного поля.

Дополнительные данные о глубинном строении вулканов группы Акналич дает аэромагнитная карта, снятая на высоте 80 м. После пересчета аэромагнитных аномалий ( $\Delta T_a$ ) на высоту 500 м в районе Акналич вычлещивается локальная аномалия, вытянутая в северо-западном направлении. Предполагается, что эта аномалия вызвана глубокозалегающим магнитоактивным объектом, каким может быть субвулканическое тело, из которого питались вулканы группы Акналич. По выполненным расчетам глубина залегания тела составляет около 1000 м.

Вулканы гегамского типа (Джрбашяна, Гамбаряна, Демехина, Джанасар и др.) входят в состав Ератумберской группы, расположенной на северо-восточной периферии Гегамского нагорья. Выражены они относительно крупными (относительная высота от 60 м до 350 м, диаметр основания от 600 м до 2000 м) коническими телами, в сложении которых принимают участие насыпной материал и лавы. Состав продуктов деятельности вулканов андезитовый. По характеру магнитного и гравитационного полей вулканы гегамского типа почти не от-

личаются от шлаковых конусов. Однако, по интенсивности магнитного поля эти вулканы значительно уступают другим шлаковым и лавовым вулканам. Вычисление теоретических аномалий для вулканических конусов показывает, что наблюдаемые магнитные аномалии полностью обусловлены магнитным эффектом изверженных пород, лежащих конусы.

Результаты аналогичных исследований на вулканах Шинуайр, Хозас, Чобантепа, Даштапа, Караблур, Богусар, З.Богусар, В.Богусар, Норадуз, Карап, Асегесар и др. сводятся к следующему.

Под моногенными андезит-базальтовыми вулканами Гегам-Сюникской области, в большинстве случаев, залегают субвулканические тела, с которыми вулканы связаны узкими питающими каналами. Субвулканические тела имеют сравнимые с вулканическими конусами размеры (от нескольких десятков до нескольких сотен метров), залегают на глубине от нескольких сотен метров до 1,5 км и, судя по всему, представляют собой магматические очаги типа апофизных. Следовательно, вулканы Гегам-Сюникской области являются самостоятельными вулканами центрального типа, а не "паразитическими" образованиями, как полагают некоторые исследователи (С.С.Кузнецов, Е.А.Нефедьева и др.).

Исходя из соотношения глубин вторичных (2-5 км) и апофизных очагов, можно полагать, что последние представляют собой восходящие ответвления (штоки) от вторичных магматических очагов.

Те вулканы, которые не обнаруживают связи с субвулканическими телами (вулканы гегамского типа), видимо, питались непосредственно от вторичных магматических очагов.

Совместный анализ наземных и аэромагнитных данных показывает, что локальные аэромагнитные аномалии, наблюдаемые с высоты 80 м, связаны с субвулканическими телами вышеописанного характера. В связи с этим, в Гегам-Сюникской области предполагается также наличие многочисленных апофизных очагов, оставшихся бесплодными и не давших вулканические извержения.

Полученные результаты наиболее четко коррелируются с представлениями об ареальном характере новейшего вулканизма Гегам-Сюникской области.

Пятая глава посвящена изучению разрывной тектоники Гегам-Сюникской области и выяснению ее связи с вулканизмом.

Известно, что развитие вулканизма в пространстве и во времени тесно связано с тектоническими структурами и, в первую очередь, с глубинными разломами земной коры. О классификации глубинных разломов на сейсмогенные и магмапроводящие говорилось в третьей главе. Разломы, выделяемые гравитационными ступенями и контролирующими эпицентры сильных землетрясений, имеют, в основном, надвиг-обросовый характер и, ввиду сомкнутости их стенок, не образуют путей для подъема магмы. Некоторые из таких разломов окаймляют вулканическую область с разных сторон, однако прямого отношения к вулканизму не имеют.

Магмапроводящими являются разломы растяжения, которые, как и следовало ожидать, четко отражаются в магнитном поле. Два таких разлома прослеживаются вдоль Гегам-Сяникской области по линейному расположению интенсивных положительных аномалий регионального магнитного поля, интерпретированных нами как эффект вторичных магматических очагов. Эти разломы не являются сквозными; роль их заключалась только в подаче магмы до уровня вторичных очагов. Разломы предположительно проводятся по длинным осям магнитных аномалий, считая, что вторичные магматические очаги в общем расположены симметрично относительно зон разломов. Надо отметить, что вышеописанные магмапроводящие разломы в первом приближении соответствуют Ани-Ордубадскому и Ширекско-Зенгезурскому глубинным разломам, являющимся границами Мисхано-Зенгезурской донесогеновой тектонической зоны (А.Т.Асланян).

Магматические проявления Гегам-Сяникской области, по всей вероятности, были связаны с активизацией этих древних разломов в новейшее время, обусловленной интенсивным воздыманием центральной части Малого Кавказа.

Дальнейший подъем магмы от вторичных очагов на дневную поверхность происходил по локальным разломам и трещинам, выраженным в самых верхних слоях земной коры. Ввиду магмапроводящего характера такие нарушения характеризуются, в основном, линейными аномалиями магнитного поля. Поэтому при их исследовании удобно использовать некоторые трансформации магнитного поля, подчеркивающие его линейные элементы. В качестве одной из таких трансформаций нами использована карта осей магнитных аномалий.

На карте осей магнитных аномалий Гегам-Сяникской области,

построенной на основе крупномасштабной аэромагнитной карты (Г.А. Русаков и др.), снятой с высоты 80 м, выделяются несколько участков с различными характерами распределения осей линейных магнитных аномалий. В пределах некоторых участков оси аномалий строго ориентированы в одном едином направлении. Строгая выдержанность направлений осей показывает, что такие "случайные факторы", как влияние рельефа, отдельных лавовых потоков и т.д. играют незначительную роль при распределении линейных элементов магнитного поля. В этом отношении существенного влияния не может оказать также подлавовый рельеф, который по данным картировочного бурения (М.С.Акопян) и электроразведки (Р.С.Минасян) представляет собой, в основном, пологую равнину.

Сопоставление карты осей магнитных аномалий с имеющимися весьма скудными данными о трещинной тектонике области показывает, что в таких участках трещины имеют такие же направления, что и оси аномалий. При этом отдельные трещины на карте выделяются расположенными вдоль одной линии и продолжающимися друг друга осями магнитных аномалий.

В пределах нескольких участков наблюдается сочетание нескольких направлений осей аномалий. Для определения господствующего направления осей выполнены статистические расчеты. Оказывается, что они ориентированы в трех основных направлениях: в азимутах  $325^{\circ}$ – $330^{\circ}$ ,  $360^{\circ}$  и  $90^{\circ}$ . В этих же направлениях придерживаются трещины, наблюдаемые по геологическим данным.

Границы смены господствующего простирания магнитных аномалий в принципе должны соответствовать сравнительно крупным нарушениям. Предполагается, что они являются границами маленьких блоков подлавового осадочного чехла, имеющих разные направления трещиноватости.

Результаты по изучению разрывной тектоники Гегам-Сюникской области обобщены в виде тектонической схемы.

Таким образом, вулканизм Гегам-Сюникской области был связан с целыми системами разломов и локальных трещин. При этом роль глубоких разломов заключалась в подаче магмы до определенного уровня земной коры, где образовались вторичные магматические очаги. Дальнейшее продвижение магмы вверх было связано с системами локальных разрывов и трещин, выраженных в подлавовом осадочном чехле.

Основные выводы по диссертации сводятся к следующему.

1. Гегам-Сюникская область новейшего вулканизма представляет собой самостоятельную вулканическую зону и по своему глубинному строению отличается от других вулканических районов Армянской ССР.

2. Новейшие тектонические движения, протекавшие в Гегам-Сюникской области, и сопровождавшие их процессы вулканизма обнаруживают связь с донеогеновым структурным планом. Эта связь выражается в региональном совпадении основных новейших и донеогеновых тектонических элементов.

3. Очертания поднятия Малого Кавказа, к которому территориально приурочена вулканическая область, определены крупными разломами северо-западного простираения. Эти разломы прямого отношения к вулканизму не имеют. С запада, юго-запада и востока Гегам-Сюникская область ограничивается сейсмоактивными зонами (сейсмогенными разломами) и, вероятно, представляет собой единый крупный блок земной коры.

4. В пределах вулканической области, на глубине 2-5 км от дневной поверхности, обнаруживаются крупные магнитоактивные тела, контролирующие распределение вулканических центров. Предполагается, что эти тела представляют собой вторичные магматические очаги вулканической области и имеют свои до сих пор не застывшие корни в нижних слоях земной коры - в верхней мантии.

5. Вдоль вулканической области простираются два субпараллельных глубинных магмапроводящих разлома, которые контролируют местоположение вулканических подзон. Эти разломы образовались в осевой части сводово-глыбового поднятия - в зоне наибольшего растяжения. Они не были сквозными; роль их заключалась в подаче магмы до вторичных магматических очагов.

6. Вулканические извержения Гегам-Сюникской области связаны с несколькими системами локальных разломов и трещин. Разрывы и трещины, по которым осуществлялся подъем магмы от вторичных магматических очагов на дневную поверхность, ориентированы в трех основных направлениях: в азимутах  $325^{\circ}$ - $330^{\circ}$ ,  $360^{\circ}$  и  $90^{\circ}$ . Направление и протяженность разрывов и трещин обусловлены тектоническим строением отдельных микроблоков подлазового осадочного чехла.

7. Под многогенными вулканами Гегам-Сюникской области залегает субвулканические тела. С этими телами, представляющими собой оползневые ответвления от вторичных магматических очагов, вулканы связаны узкими питающими каналами. В пределах вулканической области обнаруживаются также многочисленные аналогичные тела, которые не обусловили вулканические извержения.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. О некоторых результатах сопоставления вулканизма с геофизическими полями Армении. Тезисы докладов Республиканской научно-технической конференции молодых научных сотрудников Армении. Ереван, 1973.
2. Магнитное поле сейсмоактивных районов Южной Армении и некоторые вопросы его геологического истолкования. Материалы IX конференции по вопросам постоянного геомагнитного поля, магнетизма горных пород и палеомагнетизма. Баку, 1973. (Совместно с Ц.Г.Акопяном, А.К.Карахачьяном, С.Н.Назаретяном, Т.Ш.Саакяном).
3. Отрицательные магнитные аномалии на некоторых вулканических конусах Сюникского нагорья. "Молодой научный работник", № 2 (20), изд. ЕрГУ, Ереван, 1974.
4. О некоторых соотношениях между геофизическими полями и вулканизмом территории Армянской ССР. "Геодинамика вулканизма и гидротермального процесса". Краткие тезисы IV Всесоюзного вулканологического совещания. Петропавловск-Камчатский, 1974. (Совместно с Ц.Г.Акопяном, Ш.С.Оганисяном, Л.Б.Оганисяном).
5. Изучение Гегамского вулканического нагорья магнитометрическими методами. Труды Геологического общества Армянской ССР, № 1, 1976. (Совместно с Ц.Г.Акопяном).

Подписано к печати 29.3.'76г.

Бум. 60x84, I,5 печ.л.

Заказ II3

ВФ 03770

Тираж 180

---

Цех "Ромайор" Ереванского государственного  
университета, Ереван, ул.Мравяна № I

2031