

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ имени С.И.СУББОТИНА

на правах рукописи

Вартанян Карине Сагатековна

УДК 550.361

ТЕПЛОВАЯ МОДЕЛЬ ЗЕМНОЙ КОРЫ И ВЕРХНЕЙ МАНТИИ
ТЕРРИТОРИИ АРМЕНИИ

Специальность - 04.00.22 - Геофизика

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Киев - 1990

Работа выполнена в Институте геофизики и инженерной
сейсмологии АН Армении

Научные руководители: доктор геолого-минералогических наук
В.В.Гордиенко
кандидат геолого-минералогических
наук Ш.С.Оганисян

Официальные оппоненты:

Доктор геолого-минералогических наук Ю.П.Орвешкий (ИГ АН УССР)
Доктор физико-математических наук С.Ц.Акопян (ИГН АН Армении)

Ведущая организация: Производственное объединение
"Армгеология"

Защита состоится 18 декабря 1990 года в 11.00 часов на засе-
дании Специализированного совета Д.016.02.01 при Институте
геофизики им.С.И.Субботина АН УССР: 252680, г.Киев-142, пр.
Палладина - 32.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института
геофизики им. С.И.Субботина АН УССР.

Автореферат разослан "17" Ноября 1990 г.

Ученый секретарь
Специализированного совета
доктор геол.-мин. наук



В.Г.Гутерман

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Региональные исследования теплового режима недр являются необходимым элементом комплексных глубинных геофизических исследований любой территории. Особенно важны они для тектонически и магматически активных регионов, где очевидна значительная роль повышенных температур земной коры и верхней мантии в формировании аномалий намагниченности, плотности и электропроводности пород, скорости распространения в них сейсмических волн, возникновении зон высоких термоупругих напряжений, возможно, влияющих на сейсмичность.

Необходимость сгущения сети определений теплового потока (ТП) на территории Армении, разработка методов количественного анализа результатов, построение глубинных тепловых моделей определили актуальность геотермических исследований.

Актуальность геотермического исследования территории Армении подтверждена также постановкой специальной темы "Геофизическое исследование новейшего вулканизма Армении в связи с изучением геотермических условий недр", выполняемой по программе "Развитие энергетики с учетом гелио- и геопотенциала Армении",

Целью работы является изучение распределения ТП на территории Армении, построение тепловой модели земной коры и верхов мантии и исследование связи глубинных температур с геолого-геофизическими характеристиками региона.

Основные задачи исследования:

1. Расчет значений ТП и построение карты ТП.
2. Расчет температур в верхних горизонтах земной коры и построение карт температур.
3. Интерпретация распределения ТП, построение глубинной тепловой модели земной коры и верхов мантии.



4. Изучение связи геотермических параметров с другими геолого-геофизическими данными.

Методы исследования. В соответствии с основными задачами, методы исследования включают сбор и обобщение данных о температурах в скважинах и приповерхностной зоне (метеоданные), определение теплопроводности пород в близповерхностных условиях и расчет ТП. Производилась также математическая интерпретация величин ТП, включающая расчет радиогенного фона и вклада глубинных источников тепла, связанных с активизацией региона.

Научная новизна. В результате проведенных исследований по сравнительно густой и равномерной сети изучен тепловой поток территории Армении.

Впервые построена региональная тепловая модель недр республики, учитывающая все основные события геологической истории Малого Кавказа. Выделены наиболее перспективные в геотермическом отношении районы.

Впервые для территории республики на количественном уровне сопоставлены результаты глубинной геотермии и других геофизических методов.

Практическая ценность и реализация. Полученные результаты позволяют вести целенаправленный поиск месторождений глубинного тепла. Они создают также базу для интерпретации аномалий гравитационного и магнитного полей, истолкования результатов геоэлектрических исследований.

Рассчитанные значения ТП использованы при составлении Карты теплового потока Европейской части СССР масштаба 1:5000000.

Карты распределения температур на срезях -2, -4 и -6 км используются при гидрогеологических изысканиях ПО "Армгеология".

Апробация работы. Материалы диссертации докладывались: на семинарах ИГИС, совещании "Астеносфера по комплексу геофизических методов" (Киев, 1984), Всесоюзной конференции молодых геофизиков,

посвященной 50-летию ИГ АН СССР (Тбилиси, 1985), координационном совещании по изучению глубинного строения Кавказа (Ленинкан, 1984, Сухуми, 1987), семинаре отдела геотермии и современной геодинамики и лаборатории тектоноосферы ИГ АН УССР.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 7 работ.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка использованной литературы, включающего 87 наименований.

Содержание диссертации изложено на 103 страницах машинописи. Работа содержит 21 рисунок и 3 таблицы.

Автор выражает глубокую благодарность научным руководителям: доктору геолого-минералогических наук В.В.Гордиенко и кандидату геолого-минералогических наук Ш.С.Оганисяну, консультанту, кандидату геолого-минералогических наук Р.Т.Мириджаняну за научное руководство, постоянную помощь и внимание при работе над диссертацией.

Искреннюю благодарность автор выражает сотрудникам ИГ АН УССР кандидату геолого-минералогических наук О.В.Завгородней, Н.М.Якоби, В.Б.Бурьянову, доктору геолого-минералогических наук Ю.П.Оровецкому, сотрудникам ИГИС АН Армении, кандидатам геолого-минералогических наук А.Г.Бабаджаняну и М.С.Бадаляну, а также сотрудникам лаборатории региональной геофизики и геодинамики, творческие контакты с которыми были очень содержательными и полезными.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе приводится краткий обзор данных по стратиграфии, тектонике, магматизму, геодинамике, глубинному строению и истории геологического развития исследуемой территории.

Геологическое строение территории Армении характеризуется наличием почти полных разрезов отложений геологических систем от па-

леозоя до антропогена включительно, большим разнообразием фаций и мощностей, широким развитием эффузивного и интрузивного магматизма. Геологические структуры осложнены многочисленными разрывными и флексурными нарушениями.

В тектоническом отношении М.Кавказ является одной из внутренних зон Тавро-Кавказского сектора Средиземноморского орогена и представляет собой дугообразно построенный мегаантиклинорий, шириной 200 км и протяженностью 400 км. Для нее характерны каледонский (?) возраст фундамента, слабевыраженный орогенез перед пермью, нижней юрой, верхней юрой, сеноманом и эоценом, интенсивный орогенез - начиная с нижнего миоцена; существование в геосинклиналях (Присеванская, Ереван-Ордубадская) офиолитовых поясов; наличие гранитоидных интрузий и др.

Мегантиклинорий М.Кавказа сформировался в результате 6 крупных тектоно-магматических этапов, каждый из которых характеризуется своеобразными магматическими комплексами. При переходе от древних к молодым тектоно-магматическим этапам происходит возрастание щелочности и разнообразия магматических пород, убывание содержания кремния. Продукты магматизма каждого тектоно-магматического этапа обнаруживают некоторые общие черты химизма с продуктами предшествующего и последующего этапов.

Земная кора на М.Кавказе имеет мозаично-глыбовое зональное строение, причем отдельные зоны и глыбы уравновешены между собой в первом приближении, по изостатическому принципу Эри. В области М.Кавказа отклонение от изостазии выражается в основном в дефиците подкоровых масс (значительные отрицательные аномалии силы тяжести) в пределах преимущественно Севанского оротектонического пояса.

Территория Армении сейсмоактивна, сейсмогенные участки приурочены к зонам разрывных нарушений, унаследованных от олигоцена и более древних времен, а также к наложенным, более молодым деформам-

ционным структурам, расположенным косо или поперечно к домиоценовым структурам. Большинство очагов землетрясений расположено в земной коре, в основном на двух интервалах глубин - 0+10 км и 22+30 км.

Во второй главе приводятся кратко анализ результатов ранее проведенных геотермических исследований, методика получения новых значений T_1 , построения карты T_1 , а также рассматривается вопрос о введении ряда поправок в значения T_1 .

За прошедший период разными авторами выполнен большой объем геотермических исследований: рассчитана геотермическая ступень и ориентировочно оценена тепловая мощность ряда минеральных источников, произведено геотермическое районирование территории республики, установлена подошва "нейтрального слоя" на глубине 20 м, составлены различные карты и схемы, характеризующие геотермические особенности исследуемой территории. Анализ результатов этих работ показал, что составленные карты в большинстве случаев схематичны, так как пункты наблюдений были весьма малочисленны и неравномерно распределены по территории. Поэтому нами, в первую очередь, было произведено пополнение значений наблюдаемого T_1 , путем использования термограмм по неглубоким гидрогеологическим скважинам в сочетании с данными о теплофизических свойствах базальтов и андезитобазальтов, дацитов и андезито-дацитов неоген-четвертичного возраста.

Скважинные температурные изменения выполнены Гидрогеологической экспедицией УГ Арм.ССР, а теплофизические свойства изучены в лаборатории физических свойств Киевского госуниверситета.

За естественное увлажнение породы в имеющиеся значения коэффициента теплопроводности нами введена поправка, после чего среднее значение теплопроводности увлажненной породы ($\lambda_{\text{мок}}$) для группы базальтов и андезито-базальтов составило примерно $2,0 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$, а для группы дацитов и андезито-дацитов - $1,5 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$.

Используя данные о геотермических градиентах по скважинам, вскрывающим толщу пород с изученными теплофизическими свойствами, были определены значения T_1 в 31 пункте.

Методом редукции температурных волн определены еще 5 значений T_1 . Для этих пунктов геотермический градиент определен на интервале глубин 0,2 + 3,2 м, теплопроводность определена методом подбора - по параллельности кривых расчетной (при заданной теплопроводности) и наблюдаемой температур, объемная теплоемкость принята равной $1,7 \cdot 10^6$ Дж/м³·°С.

Далее, на основе имеющихся и вновь полученных данных (всего 77 значений T_1) составлена карта T_1 в масштабе 1:1000000 с сечением изолиний 15 мВт/м², соответствующая требованиям предъявляемым к геотермическим картам.

Новая карта более информативна, изолинии проведены с большей достоверностью и охватывают всю территорию республики. В центральной части территории повышенными значениями T_1 оконтуривается зона, в первом приближении совпадающая с вулканической областью Армении. Изолинии отражают в основном донеогеновую тектоническую зональность территории, что на наш взгляд, обусловлено с недостаточной детальностью построенной карты.

Далее в главе рассмотрена возможность введения ряда поправок, связанных с рельефом местности, региональными изменениями климата в геологическом прошлом, структурными неоднородностями, осадконакоплением и денудацией. Выявлена нецелесообразность введения указанных поправок на данном этапе исследований.

Учет влияния гидротерм, на наш взгляд, необходимо рассмотреть для районов малоглубинной магматической активности.

В третьей главе приведены: методика построения карт температур на относительно небольших глубинах, результаты интерпретации теплового потока, а также локальных аномалий T_1 .

Температура на начальной поверхности геотермического поля для территории Армении колеблется в интервале от I до $I6^{\circ}C$, значения III на этой же поверхности определялись по карте.

Точность и достоверность определения температуры пород зависят от надежности установления граничных условий, степени подобия выбранной физико-геологической модели с действительностью и объективности оценки теплогенерации (TG) и теплопроводности (λ) пород.

Выбор физико-геологической модели нами осуществлен в соответствии с трехэтажной плотностной моделью осадочного чехла территории Армении.

Оценка радиогенного тепловыделения произведена на основании литературных данных с учетом, преимущественно, литолого-петрографического состава пород каждого комплекса и многолетних данных каротажных измерений по естественной гамма-активности. TG для верхнего и среднего этажей принята равной $1,40 \text{ мкВт/м}^3$, а для нижнего - $1,1 \text{ мкВт/м}^3$.

В результате анализа и обобщения имеющихся весьма ограниченных данных по определению теплопроводности пород, нами для верхнего структурного этажа (олигоценчетвертичный комплекс) значение λ выбрано $2,0 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$, среднего этажа (девон-олигоцен) - $2,2 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$. Для нижнего этажа выбраны два значения λ : для метаморфических сланцев $2,64 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ и для гипербазитов - $2,81 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$.

Следует отметить, что расчет температур выполнен при условии одномерности, горизонтальной слоистости геологической среды, стационарности теплового поля, кондуктивности теплопередачи и отсутствия локальных источников тепла.

Результаты расчетов температуры приводятся в виде схематических карт изотерм на срезах -2000 м , -4000 м , -6000 м и на поверхности кристаллического фундамента.

Характер распределения изолиний на указанных картах соответствует тепловому полю. При этом наблюдается увеличение контрастности

температур с глубиной: так, если на срезе -2000 м температура изменяется от 75 до 150°C, то на срезе -6000 м - от 125 до 275°C, что на наш взгляд указывает на приближение к источнику тепла.

Выделяется зона аномально высоких температур, пространственно совпадающая с Гегамским и северной оконечностью Сяникского вулканических нагорий. Вырисовывается также цепь вытянутых аномалий по линии Кармрашен-г.Арагац-Апаран, а также локальная аномалия в районе Анийского поднятия.

Особое внимание следует обратить на тепловой режим Арзаканского массива древних метаморфизованных пород, где зафиксированы высокие значения Π и T . По видимому массив был охвачен разломно-магматической активизацией, о чем свидетельствуют многочисленные выходы интрузий самого различного состава и возраста (от гнейсовидных гранитов палеозоя до нефелиновых сиенитов эоцена) в этом районе.

На карте температур поверхности кристаллического фундамента находят свое отражение почти все структурные элементы последнего. Как и следовало ожидать, приподнятые части характеризуются низкими температурами, а опущенные - высокими. При отсутствии источников тепла в нижележащей коре температуры поверхности кристаллического фундамента могут характеризовать максимально возможные температуры бассейнов подземных вод.

Интерпретация теплового поля было начато с его разделения на стационарное (фоновое) и нестационарное составляющие.

Расчет фонового Π был произведен по сейсмологическим профилям, построенным методом обменных волн с помощью станций "Земля" и "Черепаша", а также по небольшому отрезку профиля ГСЗ Волгоград-Нахичеван. В основе расчета лежит трехслойная модель земной коры. Π поступающий из мантии оценивается в 16 мВт/м². Значение $T\Gamma$ для осадочного слоя принято равной 1,35 мкВт/м³, а для пород консолидированной коры, оно вычисляется по скоростям распространения в

них сейсмических волн:

$$TG = 1,4 \cdot \exp 1,25 \cdot (6 - V_p)$$

Для "гранитного" слоя $V_p = 6,0 \pm 6,4$ км/сек и $TG = 1,1$ мкВт/м³, а для "базальтового" слоя $V_p = 6,8 \pm 7,2$ км/сек и $TG = 0,45$ мкВт/м³.

Рассчитанные значения фонового ТП вдоль исследуемых профилей варьируют в небольших пределах - от 46 до 56 мВт/м². Сравнение осредненных по отдельным оротектоническим поясам значений фонового и наблюдаемого ТП выявляет значительную аномалию ТП в пределах Севанского оротектонического пояса, где TP_{ϕ} составляет 52 мВт/м² при $TP_{набл.} = 88$ мВт/м², в том случае когда в Антикавказском и Араксинском поясах $TP_{набл.}$ составляет 59 мВт/м², а TP_{ϕ} соответственно 50 и 49 мВт/м².

Следует отметить, что самые высокие значения ТП зафиксированы в Анкаван-Зангезурской зоне Севанского оротектонического пояса, где, в основном, расположены молодые вулканические центры.

Полученный результат дает основание полагать, что в недрах центральной полосы исследуемой территории существует источник тепла, обуславливающий высокие значения ТП и, возможно, аномалии других геофизических полей. Очевидно, что наблюдаемые аномалии связаны с глубинными процессами, геологическим проявлением которых могли являться альпийская геосинклинальная складчатость М.Кавказа и мио-плиоценовый магматизм.

Для расчета аномального ТП были оценены возраст и размеры предполагаемых источников тепла. Геологическими данными возраст геосинклинальной складчатости оценивается в 25±30 млн. лет, а возраст последнего крупного этапа магматизма - 6 млн. лет. Ширина ИТ геосинклинальной активизации взята 100 км (при ширине геосинклинали около 160 км), а ширина ИТ разломно-магматической активизации принята равной 30 км. Центры источников тепла геосинклинальной и магматической активизации смещены друг относительно друга (вкест

простираения тектонических структур) на 25 км.

В соответствии с представлениями полиморфно-адвекционной гипотезы тепловые источники в недрах региона представлены серией последовательно всплывающих астенолитов - масс перегретого и частично расплавленного вещества больших глубин. Соответственно рассчитан тепловой эффект отмеченных источников тепла и с учетом радиогенного фона, вдоль профиля Маркара-Пойлы построена кривая пространственной тепловой аномалии М.Кавказа, которая с достаточной определенностью характеризует наблюдаемый ход изменения T в данном направлении. Наблюдаются локальные аномалии, сконцентрированные в вулканической зоне, причем в некоторых пунктах очевидно влияние гидротермальных процессов.

В пределах Приараксинской и Сомхето-Карабахской интрагеоантиклиналей зафиксированы несколько значений T ниже радиогенного фона. Причины этого явления необходимо детально изучить.

Таким образом, можно заключить, что геологическую активность и аномальные T можно объяснить процессами адвекции в верхней мантии.

Согласно положений принятой гипотезы были рассчитаны глубинные температуры (фоновые и аномальные) и построена тепловая модель, на которой выделена астеносфера, путем сопоставления температуры данной глубины с температурой солидуса "сухого" пиролита.

Во время разломно-магматической активизации происходит вынос части вещества из астеносферы под кору и в кору. Соответственно рассчитывались аномальные температуры - положительные в коре и под корой, отрицательные - в астеносфере.

После построения тепловой модели, учитывающей также магматическую активизацию, вновь были проведены границы астеносферы и выделен слой частичного плавления в коре. Кривая последнего проведена по изотерме 600°C , а подошва - по уровню скорости 6,8 км/с.

Построенная модель дает основание полагать, что в двух ин-

тервалах глубин - около 20 км и 60-170 км возможно частичное плавление вещества.

Намечается еще один интервал частичного плавления на глубине около 37-38 км, где достигается температура плавления основных гранулитов (1050°C). Подошвой слоя в этом случае является граница Мохоровичича.

Таким образом, построенная обобщенная двухмерная тепловая модель земной коры и верхней мантии позволяет рассмотреть основные геологические события в тесной связи с тепловыми условиями недр, а также, с этой точки зрения, выявить соотношения геотермического и других геофизических полей на количественном уровне.

В этой же главе, с целью объяснения выявленных локальных аномалий ТП выполнены оценочные расчеты тепловых эффектов вторгшихся в приповерхностную зону отдельных магматических объектов, залегающих выше кровли общего ИТ вулканической зоны.

Размеры и глубины предполагаемых объектов, исходя из имеющихся магнитометрических данных выбраны следующим образом: верхняя кромка расположена на глубине 2 км, сечение 5×5 и 10×10 км. Аномальные ТП и Т вычислены для времен 1, 2, 6 млн. лет после появления ИТ.

Для принятых горизонтальных размеров наилучшее совпадение наблюдаемых и расчетных ТП фиксируется при возрасте внедрений 1,5-2 млн. лет. В формировании аномалии из-за молодости источника тепла участвует только его верхняя часть.

Значительные аномальные температуры - $200-300^{\circ}\text{C}$ при сечении ИТ 10×10 км наблюдаются уже на небольших глубинах.

Очевидно, что выявление подобных остывающих объектов может оказаться весьма перспективным для практического использования глубинного тепла.

В четвертой главе рассматриваются соотношения тепловой модели с сейсмичностью, геоэлектрическими данными и гравитационным полем.

Первый раздел посвящен тепловому полю и сейсмичности территории Армении. При этом, предполагается, что помимо основных геологических критериев, контролирующих сейсмичность на территории республики, некоторую роль играют термоупругие напряжения в недрах.

Расчеты глубинных температур и их изменений в последние миллионы лет показывают, что уровень термоупругих напряжений, превышающих прочность пород, может быть достигнут в средней части коры (вблизи границ вулканической зоны), где изменения температур достигают порядка $10-12^{\circ}\text{C}/\text{сек}$. Имеющийся фактический материал указывает примерно на такие же параметры: подавляющее большинство землетрясений на исследуемой территории происходит на глубинах до 15 км, значительно меньше - до 20-25 км, большинство эпицентров землетрясений концентрировано, в первом приближении, вблизи границ вулканической зоны.

Следует отметить, что описанное соответствие тепловой модели и сейсмической активности очень упрощенно освещает ситуацию из-за недостаточности фактических геотермических данных, невысокой точности определения координат эпицентров землетрясений и др. Дальнейшее, более детальное исследование ТП и сейсмичности, на наш взгляд, позволит выявить более тесные соотношения между указанными полями.

Во втором разделе тепловая модель сопоставлена с результатами глубинного магнитотеллурического зондирования. Выявлено, что глубины корового и мантийного слоев частичного плавления достаточно близки глубинам проводящих объектов в коре и мантии.

Далее, температуры в зоне частичного плавления в мантии под М.Кавказом обеспечивают $1+2\%$ расплава, что создаст уровень сопротивления пород в астеносфере 80+100 Ом·м. Соответственно, суммарная продольная проводимость астеносферы должна быть около 1000+1200 См в ее центральной части и значительно меньше на при-

ферии. По имеющимся геоэлектрическим данным, суммарная продольная проводимость оценивается около 500-800 См на периферии. В центральных частях вулканической зоны не выполнено ни одного зондирования.

В третьем разделе оценивается роль аномальных глубинных температур в формировании гравитационного минимума М.Кавказа. С этой целью построена плотностная модель земной коры и верхней мантии вдоль сейсмологического профиля Маркара-Пойлы по методике, разработанной в ИГ АН УССР. Исходные данные о скоростях получены сейсмическими методами. По эмпирической формуле:

$$\rho = 2,7 + 0,25 \cdot (V_p - 6)$$

осуществлен переход от скоростей к плотностям. Ошибка расчета гравитационного эффекта составила несколько 0,1 мм/с².

Сопоставление расчетного (при нормальной плотности в мантии - 3,32 г/см³) и наблюдаемого поля Δg показало, что между ними имеет место значительное расхождение, до 1,7 мм/с². После введения эффекта двух источников тепла в верхней мантии удалось сблизить расчетную и наблюдаемую кривые Δg до 0,1+0,3 мм/с² на всем протяжении профиля. Причем, аномальные плотности определялись по аномальным температурам в расчетах примерно 0,01 г/см³ на каждые 100°C.

Проведенные расчеты позволяют утверждать, что наблюдаемый интенсивный центральный гравитационный минимум М.Кавказа обусловлен не только строением земной коры, но и плотностными неоднородностями верхней мантии, вызванными в основном, аномальными температурами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе намечалось региональное исследование, для которого, по существующим оценкам необходима плотность сети поряд-

ка I определение Π на 100 км^2 . Для территории Армении (площадью 30 тыс. км^2) необходимы около 300 определений теплового потока. Этот результат пока не достигнут (Π установлен в 77 пунктах), но все же полученная довольно равномерная сеть наблюдений – самая плотная из существующих в разных республиках СССР.

Достигнутая детальность исследований определила и характер интерпретации результатов. Была поставлена задача построения обобщенной тепловой модели земной коры и верхней мантии, которая в будущем может быть усложнена и детализована. Региональность модели не означала тем не менее упрощенности подхода к ее построению. Решались как стационарные, так и нестационарные задачи теплового потока, при постановке которых учитывалась обширная информация о геологической истории М.Кавказа, структуре его коры. Проанализированы вклад в глубинные температуры радиоактивного распада в породах коры, влияние альпийского геосинклинального процесса, молодого магматизма (для которого рассмотрено влияние общего источника и отдельных приповерхностных вторжений магмы). В такой постановке задачи анализ теплового поля Армении проведен впервые.

Для приповерхностной части разреза получены распределения температур, выделены зоны, перспективные для получения глубинного тепла. Детальность построенных карт пока невелика, начатые работы необходимо продолжать.

Построение тепловой модели коры и верхней мантии Армении, выполненное пока в обобщенном виде, позволило получить ряд определенных геолого-геофизических результатов. Основные из них следующие:

а) выделена зона с вероятным частичным плавлением в средней части земной коры вулканического пояса;

б) обнаружена область частичного плавления пород верхней мантии на глубинах 60–170 км;

в) показана тепловая природа проводящих объектов в коре и

верхней мантии и гравитационной аномалии центральной части территории Армении;

г) рассмотрена связь сейсмичности с глубинными температурами.

Все эти результаты, уточнение и детализация которых представляется насущной задачей дальнейших исследований, указывают на большую информативность геотермического метода, на необходимость расширения работ по определению теплового потока и его интерпретации в Армении.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих печатных работах.

1. Вартанян К.С. Фоновый тепловой поток на территории Армянской ССР. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, 1984, № 2, с.61-64.

Вартанян К.С., Гордиенко В.В. Новые значения теплового потока на территории Армянской ССР. известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, 1984, № 4, с.70-75.

3. Вартанян К.С., Якоби Н.М. Источники аномального теплового потока на территории Армянской ССР. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, 1985, № 2, с.48-53.

4. Мириджанян Р.Т., Вартанян К.С. Изменение температуры пород с глубиной на территории Армянской ССР. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, 1985, № 3, с. 40-47.

5. Бурьянов В.Б., Вартанян К.С., Гордиенко В.В. Плотностная модель земной коры и верхней мантии по профилю Маркара-Поцлы. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, 1986, № 6, с.73-75.

6. Вартанян К.С., Якоби Н.М. Тепловой поток и астеносфера Армении. В сб. Астеносфера по комплексу геофизических методов. Изд. Научная думка, 1988, с.136-142.

7. Бадалян М.С., Вартанян К.С., Хуршудян А.М., Якоби Н.М. Приповерхностные источники тепла в неовулканической области Армении. ДАН Арм.ССР, 1989, № 5, с.202-207.

1986/



Заказ 290 Тираж 100

**Типография Армянского государственного института
физической культуры
Мравина II**

