

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ
ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱ

ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

ՀԱԽՎԵՐԴՅԱՆ ԼԵՈՆ ԱՐՏԱՎԱԶԴԻ

ՈՒԺԵՂ ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԵՐԻՆ ՆԱԽՈՐԴՈՂ ՄԱԳՆԻՍԱԱՌԱՉՊԱԿԱՆ,
ԷԼԵԿՏՐԱՍՏԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԵՎ ԷԼԵԿՏՐԱԱՌԱՉՊԱԿԱՆ ԷՖԵԿՏՆԵՐԸ
ԱՐԱՐԱՏՅԱՆ ՍԵՅՍՄԱԿԱՆԽԱԳՈՒՇԱԿՄԱՆ ՓՈՐՁԱԴԱՇՏՈՒՄ

ԻԴ.00.08 -« Երկրաֆիզիկա, օգտակար հանածոների որոնման երկրաֆիզիկական մեթոդներ» մասնագիտությամբ երկրաբանական գիտությունների դոկտորի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

Ս Ե Ղ Մ Ա Գ Ի Բ

ԵՐԵՎԱՆ – 2006

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

АХВЕРДЯН ЛЕОН АРТАВАЗДОВИЧ

МАГНИТОУПРУГИЕ, ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ И
ЭЛЕКТРОУПРУГИЕ ЭФФЕКТЫ, ПРЕДШЕСТВУЮЩИЕ
СИЛЬНЫМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯМ НА АРАРАТСКОМ
СЕЙСМОПРОГНОСТИЧЕСКОМ ПОЛИГОНЕ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени доктора геологических наук по специальности: 24.00.08 "Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых"

ЕРЕВАН – 2006

Ատենախոսության թեման հաստատվել է ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս Ա.Գ. Նազարովի անվան Երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության ինստիտուտում

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝

- Չևիժն Թ.Լ. – ֆիզիկա-մաթեմատիկական գիտությունների դոկտոր,
պրոֆեսոր, Վրաստանի ԳԱ թղթ.-անդամ
- Մինասյան Ռ.Ս. – երկրաբանա-հանքաբանական գիտությունների դոկտոր,
պրոֆեսոր
- Նովհաննիսյան Ա.Ռ. – երկրաբանական գիտությունների դոկտոր

Առաջատար կազմակերպություն՝ «Լեռնամետալուրգիայի Ինստիտուտ» ՓԲԸ

Պաշտպանությունը կայանալու է 2006թ. մարտի 23, ժամը 14⁰⁰

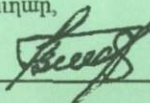
ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի
054 Մասնագիտական խորհրդի նիստում:

Հասցեն՝ 375019, Երևան, Մ.Բաղրամյանի պող., 24ա:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՀ ԳԱԱ ԵԳԻ գրադարանում:

Սնկմագիրն առարկած է 2006 թ. փետրվարի 20

054 Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար,
երկրաբ.-հանքաբ. գիտությունների թեկնածու

 Ա.Վ.Շահինյան

Тема диссертации утверждена в Институте геофизики и инженерной сейсмологии НАН РА им.академика А.Г.Назарова

Официальные оппоненты:

Челидзе Т.А. – доктор физико-математических наук, профессор,
член-кор. АН Грузии

Минасян Р.С. – доктор геолого-минералогических наук, профессор

Оганесян С.Р. – доктор геологических наук

Ведущая организация: "Горнометаллургический Институт" ЗАО

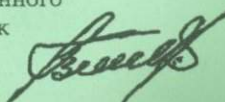
Защита состоится 23 марта 2006г., в 14⁰⁰ часов
на заседании Специализированного совета 054
Института геологических наук НАН РА.

Адрес: 375019, Ереван, пр. М.Баграмяна, 24а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИГН НАН РА.

Автореферат разослан 20 февраля, 2006г.

Ученый секретарь Специализированного
совета 054, кандидат геол.-мин. наук

 Г.В.Шагинян

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы - Армянское нагорье и Малый Кавказ, в частности и Республика Армения, в целом расположены на одной из наиболее сейсмоактивных областей Средиземноморского сейсмического пояса. Имеющиеся сейсмостатистические данные, охватывающие много веков, показывают, что здесь неоднократно происходили сильные и разрушительные землетрясения, среди которых в последние годы особенно известен как "Спитак-88", происшедшее в 1988г. 7 декабря $M=7.0$, приведшее к катастрофическим последствиям, на северо-западе республики Армении (погибло 25000 человек).

Учитывая горький опыт Спитакского землетрясения и тот факт, что большинство человеческих и материальных ресурсов сконцентрировано в пределах Араратской долины, где функционирует Армянская Атомная электростанция, а на юго-западной части города Еревана построено искусственное водохранилище, площадью 650 тыс.кв.м. объем воды 5 млн.куб.м., кроме того в пределах Араратского полигона также находятся Апаранское (объем 90 млн.куб.м.), и Азатское (объем 70 млн.куб.м.) водохранилища и ряд других потенциально опасных объектов, и тот факт, что в республике не обеспечена безопасность с точки зрения сейсмостойкости, то изучение вопроса напряженно-деформационного состояния земной коры Араратского сейсмопрогностического полигона или другими словами, поиски эффектов, которые могут предшествовать сильным землетрясениям становится ключевым.

10.04.1969г. Совет Министров Армянской ССР утвердил план комплексных научно-исследовательских, геолого-геофизических и инженерно-сейсмологических исследований по проблеме: "Изыскания методов прогноза землетрясений на территории Армянской ССР." Именно в этом аспекте были начаты организации геодинамических полигонов на территории Армении: Зангезурский - на юге, Ширакский - на севере, и Араратский - в центральной части Республики Армения.

В диссертационной работе, где рассматриваются магнитоупругий, электромагнитный и электроупругие эффекты, являются частью этих исследований в организации Араратского сейсмопрогностического полигона.

Цель исследования Опробование и развитие геомагнитных, электромагнитных и электрометрических методов, а также парк существующих магнитометрических, электромагнитных и электрометрических аппаратур, для выявления и оценки магнитоупругих, электроупругих и электромагнитных эффектов, как один из возможных критериев, для изучения геодинамических и сейсмотектонических процессов, с целью поисков предвестников землетрясения на Араратском сейсмополигоне.

Основные задачи Выявить существование магнитоупругого, электромагнитного и электроупругого эффекта и возможность их использования, как одного из признаков подготовки землетрясения на полигоне. Для этого:

1. Разработать методические приемы проведения повторных магнитных съемок на полигоне.
2. Исследовать возможную связь локальных изменений геомагнитного, электромагнитного и электрического поля с различными тектоническими и сейсмическими событиями.
3. Изучить связь между аномалиями векового хода и тектоническими процессами в пределах полигона.
4. Дать теоретическую оценку величины, ожидаемого магнитоупругого, электромагнитного и электроупругого эффекта в пределах Араратского сейсмопрогностического полигона.
5. Составление аномальных магнитных карт Араратского сейсмополигона, на основе наземных съемок и нормальных магнитных карт эпохи 1980-1985гг.
6. Изучение во времени и в пространстве модуля полного вектора геомагнитного поля на полигоне по кольцевому профилю (Гарни-Джрашат-Двин-Арташат-Арарат-Гелайсор-Байбурд-Гиланлар-Гегард-Артиз-Гарни).
7. Оценка методических ошибок, обусловленных пространственным градиентом наклона полного вектора напряженности геомагнитного поля на полигоне.
8. Исследование теллурического поля в пунктах наблюдения, расположенных в пределах полигона (ЭТП).
9. Синхронное измерение теллурических токов с деформационным полем в период Спитакского землетрясения в обсерватории Гарни.
10. Оценка помех теллурических токов в обсерватории Гарни.

Интерпретация, полученных данных, по методу магнито-теллурического зондирования (МТЗ) и их сопоставление с теоретическими кривыми для поисков электромагнитных предвестников землетрясения на полигоне.

11. Оценка методических ошибок, обусловленных пространственными различиями вариации переменного электромагнитного поля Земли на полигоне.
12. Анализ структуры внешней части геомагнитных вариации (Sq) с периодом $3 \div 15$; $15 \div 30$; $30 \div 60$; ≥ 60 , а также отношения амплитуд, синхронно измеренных разнородных вариаций ($N/A = A_i/A_j$, компонентов $\Delta Z, \Delta H, \Delta D$, для определения модуля вектора Визе (А и В) с целью оценки электропроводности полигона на разных глубинах.
13. Расчет косо намагниченного шара при одностороннем сжатии по компонентам ($\Delta H_a, \Delta Z_a, \Delta T_a$) в пространстве.
14. Изучения аномалий вековых вариаций, связанных с действием на породы магнитоактивного горизонта упругих напряжений (на глубине очагов землетрясения полигона).
15. Использование данных, полученных по методу вертикального электрического зондирования (ВЭЗ), для определения водоносных горизонтов в пунктах наблюдения, расположенных на полигоне.
16. Математическое моделирование деформационных процессов в окрестности гидрогеодинамической скважины, (сжатие и растяжение), для оценки электроупругих эффектов.
17. Мониторинг измерений электрического сопротивления пород в период подготовки землетрясения.
18. Разработка нового макета-измерителя кажущего удельного электрического сопротивления (ρ_k), в автоматическом режиме, при определении электроупругих эффектов.

Научная новизна - 1. На основе изучения магнитного, электрического, электромагнитного полей и физических свойств горных пород проведен теоретический расчет величины магнитоупругого, электроупругого и электромагнитного эффектов в пределах Араратского сейсмополигона.

2. Установлена взаимная связь между сейсмическими событиями и локальными вариациями магнитных, деформационных, электрических и электромагнитных параметров.

3. Предложено проведение магнитоупругих, электроупругих высокоточных измерений в зонах максимальных градиентов гравитационного и теплового поля.

Практическая ценность – Возможность использования расчетных величин магнитоупругого, электроупругого и электромагнитного эффектов, в качестве научной базы обоснования прогностических параметров землетрясений. Возможность использования способа магнитоупругих и электроупругих высокоточных измерений в зонах максимальных градиентов гравитационного и теплового поля для выявления упругих напряжений, обусловленные тектоническими процессами. Разработан прибор "Гарни-1" для режимных стационарных наблюдений, работающего в автоматическом режиме.

Апробация работы – Основные положения и результаты произведенных исследований докладывались на VIII Всесоюзной конференции по постоянному полю и палеомагнетизму (Киев 1970г.), на XV международной Генеральной ассамблее геодезического и геофизического союза (Москва, 1971г.), на XII конференции молодых ученых ЕГУ (Ереван, 1972г.), Всесоюзная школа по проблеме "Глубинные электромагнитные исследования" (Сухуми, 1973г.), на международном симпозиуме по поискам предвестников землетрясений (Ташкент, 1974г.), XI конференции по постоянному геомагнитному полю и палеомагнетизму (Москва, 1976г.), на республиканском семинаре "Прогноз землетрясений" (Ереван, 1977г.), на международном симпозиуме по электропроводности земной коры (Бухарест, 1977г.), на международных совещаниях по современным движениям Земной коры на геодинамических полигонах (Москва, 1978, 1979гг.), на Международном семинаре Спитак-88 (Ереван-1989), на Международном семинаре по прогнозу землетрясений (Коста-Рика, 1994г.), на Общественном палеомагнитном семинаре и совещаниях по вопросам аномалий векового хода геомагнитного поля, на научной конференции, посвященной 90-летию со дня рождения основателя ИГИС НАН РА, академика А.Г.Назарова (Г.Гюмри, 1998г.), на Мировом Форуме "Предсказания землетрясений и сейсмическая безопасность Больших городов" (Стамбул, 1998г.), на сессии 2.1, SC-E, предсказания землетрясений (Берлин, 1998г.), на Азиатской

сейсмологической комиссии "Оценка сейсмической, опасности и внутренне строения Земли " (Тегеран 2000г.). на конференции, посвященной 40-летию основания ИГИС НАН РА им.А.Г.Назарова (г.Гюмри, 2001г.), на конференции, посвященной 60-летию основания НАН РА (г.Гюмри, 2003г

Публикации – По теме диссертации опубликовано 34 статей и 3 монографии.

Объем и структура диссертации – Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, основных выводов, заключения, изложенных на 271 страницах машинописного текста, списка литературы (235) таблиц 15.

Работа выполнена в Гарнийской Геофизической обсерватории ин-та Геофизики и инженерной сейсмологии им. А.Г.Назарова НАН РА. Автор считает своим приятным долгом выразить благодарность академику А.Г.Назарову, член-кор. И.Л.Нерсесову, д.г.м.н. Ц.Г.Акопяну, д.ф.м.н. Ю.П.Сковородкину, д.ф.м.н. А.Н.Пушкову, д.ф.м.н. А.Н. Иванову, д.ф.м.н. Г.Н.Петровой, д.ф.м.н. В.П.Головкову, к.ф.м.н. О.М.Барсукову, к.ф.м.н. О.Г. Овсепян, Л.Н.Андроновой и всему коллективу обсерватории, а также коллективу института Геофизики и инженерной сейсмологии. Автор искренне признателен д.ф.м.н. С.М.Оганесяну, к.г.м.н. Р.Т. Мириджаняну, к.г.н. Р.А. Пашаян, к.г.м.н. Г.А. Туманяну, к.г.м.н. Д.А.Хачатрян, к.г.м.н. А.Л.Ананяну, к.г.м.н. Дж. О. Минасян, к.ф.м.н. Э. Г. Геодакян, к.г.м.н. М.Б.Мкртчян, д.г.м.н. С.Р.Оганесяну, к.г.м.н. Т.А.Сируняну за научную консультацию, а также за редактирование работы. Автор также благодарен А.З. Саркисян и Э.Э. Пичикян за оформление диссертационной работы.

В введении, в кратком изложении указываются физические предпосылки для выявления магнитоупругих, электромагнитных и электроупругих эффектов и трудности выполнения этой задачи, и кратко излагается содержание отдельных глав.

ГЛАВА 1

Современное состояние вопроса

Влияние механических напряжений на магнитные и электрические свойства горных пород исследуется с 50-х годов (С.Б.Капица, М.А.Грабовский, Э.Н.Пархоменко, А.К.Калашников, Т.Л.Челидзе, Л.С.Безуглая, С.Максудов, Ю.П.Сковородкин, Г.Домен, Т.Нагата, С.Керн, Киношита). Подобными вопросами в Армении занимались Г.Авчян, Ц.Акопян, В.Нагапетян, С.Р.Оганесян, В.Баласаян, А.Арутюнян, Г.Ахсакалян, А.Юханян, Г.Маркосян и др..

Анализ результатов этих исследований позволил сформулировать условия лабораторного моделирования процессов в верхней части Земной коры с учетом многообразия состава пород и исходных видов намагниченности. Изучались также электрические свойства горных пород под давлением и температур.

К настоящему времени в литературе накопилось много фактов, подтверждающих существование реальной связи между локальными изменениями геомагнитного, электромагнитного и электрического поля и различными процессами, происходящими в земной коре и верхней мантии (Орлов В.Н., Петрова Г.Н., Головков В.Н., Барсуков О.М., Сковородкин Ю.П., Пудовкин И.М., Абдуллабеков К.Н., Кузнецова В.Г., Ларионов В.А., Иванов Н.А., Рикитаки, Брайнер, Ковач, Тазима, Джонсон, Стейси, Мур, А.Н.Тихонов, Дьяконов Б.Т., Троицкая, Соболев Г.А. Жуков В.С., Авагимов А.Р., Пономарев А.В., Зубков С.И., Мигунов Н.И., Маловичко, Хромов А.А., Омаров Г.Н., Салов В.Г., Сидорин А.Я., Киракосян Х.В., Чантуришвили Л.С., Хатиашвили Н.Г., Чиковани Д.С., Садовский М.А., Нерсесов И.Л. и др.) Подобные исследования были проведены на Камчатке, Прибайкальском геодинамическом полигоне, Казахстане, Туркмении, Таджикистане, Узбекистане, Кавказских республик, Украине и Белоруссии. Очень много сообщений за последние 20-30 лет в Японии, Китае, Индии, Греции, Италии, США, Канаде и др.

Магнитоупругие и электроупругие эффекты и выявление локальных геомагнитных вариаций при моделировании процессов изменения напряжения в массивах горных пород с помощью взрывов рассматривается как промежуточный этап между лабораторными исследованиями поведения намагниченности образцов горных пород под действием давлений и

наблюдениями локальных геомагнитных вариаций в тектонически активных районах.

В результате авторы (Калашников А.Г., Удзенкова Б.А., Шапиро В.А., Барсуков О.М., Сквородкин Ю.П., Козлов А., Пушков А.Н., Головков В.П., Брайнер, Ален, Асбрук и др.) установили три типа изменения поля-быстрые, обратимые изменения амплитуды от 1 до 120нТл, обусловленные обратимым изменением намагниченности горных пород в момент прохождения импульса напряжения. Необратимые изменения поля амплитудой от десятых долей до 20нТл.

Изменения этого типа чаще всего обусловлены необратимыми изменениями намагниченности вблизи зоны разрушения, а также изменениями локальных тектонических напряжений, спровоцированных взрывом.

Релаксационного типа, амплитуда от нескольких нТл до 10нТл, наблюдается восстановлениями исходного, существовавшего до взрыва уровня поля, в течение времени от нескольких часов до суток.

Результаты экспериментов при взрывах, а также при извержении вулканов (Стейси, Джонстон), дают возможность с помощью магнитометрии и электрометрии обнаруживать процессы изменения напряженного состояния в массивах горных пород.

Приводится зависимость предвестника от силы землетрясения (Головков В.П., Абдуллабеков К.И др.). Согласно данным этих авторов длительность для краткосрочных предвестников составляет от секунда до первой недели, для среднесрочных от недель до 3 месяцев, для долгосрочных-от 10 до 25 лет. Впервые А.Г.Назаровым был проведен теоретический расчет, где автор выявил рост длительности предвестника от магнитуды (М).

Автор исходит из гипотезы, что независимо от структуры очага землетрясения, вызванного непосредственно перед процессами с колами или сдвигами горных пород, в очаге имеет место также возрастание скорости деформации. Интервал времени от начала деформации в зоне очага до момента землетрясения определяется размерами очага, который в свою очередь определяет магнитуду (М).

Автор дает оценку величины "а" на основе лабораторных данных испытания образцов. Условия разрушения горных пород приближаются к условиям разрушения лабораторных образцов из камня, каменной кладки или

бетона. Для этих образцов размером 20-70см интервал времени от начала деформации до разрушения составляет 5-15сек.

При сопоставлении результатов, полученных А.Г.Назаровым, для землетрясения с $M=6$ длительность составляет 2,5 суток, а по Мячкину, Зубкову, Мигунову, Шольцу и др. – 2,5 года. Выше $M=4$ коэффициенты по А.Г.Назарову растут очень медленно, а по вышеуказанным работам, по экспоненциальному закону. Получается, что для долгосрочных предвестников существуют разногласия между наблюдаемыми критериями и теорией. Видимо, А.Г.Назаровым при расчете брался слишком маленький промежуток времени от начала деформации образца до разрушения. Кроме того не учитывалось упругое сопротивление среды, окружающей очаг.

По существу теория очага сведена к теории формирования, рассмотренной с позиции механики сплошных сред. Нет систематического исследования глубинных процессов в мантии и коре с точки зрения появления предпосылок землетрясения. Поэтому необходимо расширить и углубить исследования с обязательным учетом глубинных тепловых процессов. Процесс подготовки землетрясения сопровождается разнообразными электромагнитными процессами. Хотя энергия их по-видимому ничтожно мала по сравнению с энергией механических и тепловых процессов, но все же они должны быть учтены, т.к. электромагнитные предвестники могут оказать существенную помощь в проблеме прогноза землетрясений в силу гибкости, оперативности, относительной дешевизны отмечающей им регистрирующей аппаратуры.

ГЛАВА 2

Геолого-геофизическое обоснование Араратского сейсмополигона с целью проведения магнитоупругих, электромагнитных и электроупругих исследований

Для этого были рассмотрены:

Геология полигона и сопредельных территорий изучена сравнительно детально. И она отражена в работах Освальда, Варданянца Л., Паффенгольца

К.Н., Аслаяна А.Т., Габриеляна А.А., Саркисяна О.А., Симоняна Г.П., Сатиана М.А., Амаряна, Оганесяна Дж.А., Мартиросяна С.В., Харазяна Э.Х., и других геологов.

Территория Араратского сейсмопрогностического полигона с геологической точки зрения имеет весьма разнообразный и сложный характер. Возраст пород здесь варьирует от палеозоя до четвертичного периода. Состав пород представлен всем спектром осадочных, вулканогенно-осадочных, метаморфических и магматических образований.

В работе приводится геологическая карта (М 1: 200 000) по данным Габриеляна А.А., Саркисяна О.А., Симоняна Г.П., Харазян Э.Х., Арзуманяна К.С..

Верхнепротерозойский комплекс по геолого-геофизическим и буровым данным, имеющий повсеместное распространение, представлен различными метаморфическими сланцами и амфиболитами видимой мощности около 3000м. Перекрывающие метаморфический фундамент фанерозойские породы (от верхнедевонских до четвертичных) отличаются друг от друга условиями образования, составом, планом и степенью дислокаций.

Верхний девон-нижний карбон обнажается в юго-восточной части полигона, представлен слабо метаморфизированными известняками, кварцитами, глинистыми сланцами, мощностью более 600м. Комплекс пород от девона до триаса слагает крупные антиклинальные складки близширотного простирания.

Следующие верхнемеловые отложения, вверх по разрезу, несогласно перекрывают вышеописанный комплекс пород, обнажаются в юго-восточной и восточной частях Араратского сейсмопрогностического полигона, представлены преимущественно терригенно-карбонатными отложениями мощностью более 1200м. Нижняя часть верхнемелового разреза прорвана породами офиолитовой серии.

Породы палеогенового возраста имеют наибольшее распространение и наибольшую мощность. Они обнажаются на крыльях антиклинальных структур ядра, которые сложены верхнемеловыми породами. Разрез палеогеновых отложений начинается с палеоцена, представленного мощным (около 1000м) флишем терригенно-карбонатных пород.

На палеоценовых отложениях, без видимого несогласия, залегают нижнеэоценовые конгломераты, известняки, песчаники максимальной

мощностью 120м. Наибольшую мощность имеют породы среднеэоценового возраста (более 1500м); представлены они вулканогенно-осадочными породами, которые вверх по разрезу, вероятно согласно сменяются преимущественно терригенными породами верхнеэоценового возраста, мощность которых достигает 800-900м. Разрез палеогена завершается ниже-среднеолигоценовыми песчано-глинистыми отложениями мощностью более 1000м.

Палеогеновый комплекс пород прорван многочисленными небольшими телами интрузивных пород среднекислого состава.

В верхнеолигоценовое время, морской режим осадконакопления сменяется континентальным, накапливается мощная (более 500м) толща пестроцветных пород, приуроченных к верхнему олигоцену – нижнему миоцену.

В центральной части описываемого района на породах пестроцветной толщи залегает мощная (более 1400м) толща гипсо-соленосных пород среднемиоценового, возраста.

Плиоцен. Стратиграфически выше залегает свита, известная в литературе под названием "Вохчабердской". Представлена она туфобрекчиями, туфитами, андезитами, глинами и датируется верхним миоценом – нижним плиоценом (меотис-понт). Верхнюю часть разреза плиоцена слагают преимущественно долеритовые базальты с диатомитовыми глинами и галечниками в основании верхнего покрова.

К верхнему плиоцену относятся также крупные вулканические структуры горы Арагац и Арай лер, занимающие всю северную часть Араратского сейсмопрогностического полигона.

Породы четвертичного возраста завершают стратиграфию рассматриваемого района. Среди геологических образований этого времени особое место занимают покровы и потоки лав, нивелирующие древний рельеф. Прогнутые части района заполнены озерно-речными отложениями.

Тектоника. В тектоническом отношении полигон отличается обилием разрывных нарушений. По данным Варданянца Л., Паффенгольца К., Асланяна А., Габриеляна А.А., Саркисяна Д.А., Симоняна Г.П., Назаретяна С.Н., Алоян П.Г., Ананяна Э., Варданяна А., Туманяна А., Караханяна А.С., Трифонова В.Г., Кожурина А.И. и др.-основными являются следующие разломные и флексурные нарушения: Ани-Ордубадская зона флексур и разломов, Ереванский глубинный

разлом, Араратская зона разломов и флексур, Ширако-Зангезурская зона разломов.

Ереванский глубинный разлом лежит вдоль линий Багров-Веди-Арпа-Джагри-Джюльфа.

Правый склон долины реки Аракс окаймляет Араратскую зону разломов и флексур, которая в свою очередь просматривается вдоль офиолитового пояса хребта Ахпар. Здесь же располагаются вулканы. Араратский и Нахиджеванский межгорные прогибы миоцена ограничиваются Ани-Ордубадским разломом с севера и Приараксинской тектонической зоной с юга.

Габриелян А.А., Саркисян О.А. и Симонян Г.П. для всей территории Республики Армения выделяют три геотектонических комплекса. Араратский сеймопрогностический полигон охватывает следующие два крупных мегаблока: Базум-Зангезурский, Приараксинский.

Базум-Зангезурский мегаблок объединяет Севано-Акеринскую и Анкавано-Зангезурскую подзоны. А Приараксинский геотектонический комплекс включает Ереван-Ордубадскую и Среднеараксинскую тектонические зоны. Неотектонические зоны, выделяемые в пределах Араратского сеймопрогностического полигона, почти полностью совпадают с геотектоническими зонами.

Севано-Акеринская зона новейших тектонических движений выделяется большой амплитудой (3-5км) и резко дифференцированными новейшими движениями.

Анкавано-Зангезурская зона представляет собой шовную зону резко дифференцированных сводово-блоковых поднятий с амплитудой поднятия до 3,5 км. Эта зона также характеризуется высокой сейсмической активностью и интенсивным развитием четвертичного вулканизма.

Среднеараксинская зона охватывает весь бассейн реки Аракс и представляет собой прогиб. Данная зона выделяется развитием разрывных дислокаций и как следствие, высокой сейсмической активностью.

Разломы играют определяющую роль в формировании сейсмического режима. Араратский сеймопрогностический полигон и сопредельные территории, по определению Назаретяна С.Н., расчленены следующими

разломами: Ереванский, Арарат-Севанский, Арteni-Севанский, Гарни-Варденисский, Транскавказский, Арарат-Спитак-Калининский, Дебедский.

Из перечисленных разломов наиболее сейсмогенными являются Ереванский глубинный разлом, к которому приурочены эпицентры множества землетрясений. Наиболее значимыми событиями, связанными с данным разломом являются: Дигорское (1935 г.), Талинское (1936 г.), Ереванские (1679, 1937, 1973 гг.), Двинские (851, 858, 861, 863, 893 гг.), Арпинское (735, 906 гг.), Нахиджеванские (1840, 1841, 1881, 1897 гг.), Джульфинские (1930, 1951 гг.). Северо-западная и центральная части разлома выделяются землетрясениями большей интенсивности (7-8 баллов), тогда как юго-восточная часть характеризуется событиями меньшей интенсивности (5-6 баллов). Магматическая деятельность, приуроченная к разломоной зоне, развита слабо.

Арарат-Севанский глубинный разлом С ним ассоциируются следующие события: Двинские (851, 858, 861, 863 гг.), Гарнийское (1679 г.), Акна (1932 г.) и др. Наиболее сейсмоактивным является юго-запад глубинного разлома, т.е. окрестности села Гарни. Здесь регистрировались события с магнитудой до 6. Северо-восточная часть разлома является зоной регистрации слабых землетрясений.

Арteni-Севанский глубинный разлом субширотного заложения от части является продолжением Ереванского глубинного разлома. Восточная часть Арteni-Севанского разлома протягивается по линии Арзакан-Севан. Расположение центральной части разлома пока приблизительное.

Транскавказский глубинный разлом С ним связаны эпицентры ряда ощутимых и сильных землетрясений, равно как и проявления эффузивного вулканизма и новейших тектонических движений.

Арарат-Спитак-Калининский глубинный разлом Эпицентры Апаранских, Бюраканских, Ереванских, Араратских землетрясений связаны с Арарат-Спитак-Калининским глубинным разломом. Интенсивность зарегистрированных событий достигала 8 баллов. Разлому характерна также активная магматическая деятельность, датируемая эоценом.

Дебедский субмеридиональный глубинный разлом В окрестности села Гарни ось Дебедского глубинного разлома смещается по Гарни-Варденисскому

глубинному разлому. К разлому приурочены термальные источники и признаки неотектонической деятельности.

Сейсмичность Изучением сейсмического режима Армении и Араратского сейсмопрогностического полигона занимались Нерсесов И., Геодакян Э., Карапетян Н., Баграмян А., Сихарулидзе Д., Папалашвили В., Гоцадзе О., Аветисян А., Мкртчян М., Аракелян А., Саакян А., Саркисян Г., Саркисян Н., Шебалин Н., Кондорская Н., Славина Л., Халтурин В., Юнга Л., Данилова М. и другие исследователи. На основании вышеизложенных работ можно постулировать, что в районе города Еревана имеется довольно широкая зона повышенной сейсмической активности, указанная зона простирается с северо-востока столицы через озеро Севан на восток.

Сейсмичность Армении характеризуется следующими особенностями:

- подавляющая часть очагов землетрясений в пределах полигона имеют глубину залегания 10+15 км. Данное обстоятельство может привести к тому, что даже при землетрясениях с магнитудой 5, сотрясаемость поверхности будет значительной.
- Поле напряжений резко неоднородно, эпицентры землетрясений вытянуты вдоль региональных глубинных разломов и границ тектонических зон.
- Очаги землетрясений могут располагаться в районах со следующими структурно-геологическими особенностями: границы слепых интрузий, контакты осадочных пород, границы обнажения метаморфического фундамента и резкие изменения в рельефе фундамента, области резких изменений глубины поверхности Мохоровичича.
- В пределах тектонических зон сейсмический режим разнообразен. Это явление вероятно обусловлено неоднородностью строения земной коры отдельных регионов и локализацией внутрикоровых процессов приводящих к разуплотнению земной коры.

Своеобразная сейсмичность полигона может быть объяснена на основании воззрений Мириджаняна Р.Т. В частности, различная сейсмическая активность данного региона, вероятно, вызвана резкой контрастностью температурного распределения различных областей при одних и тех же величинах тектонических напряжений. Например, вещество, находящееся в более вязком

состоянии, вызванном повышенной температурой, расходуется накопившиеся напряжения на пластические деформации. Среда, находящаяся в условиях меньших температур будет высвобождать накопившиеся напряжения посредством образования разрывов и передвижения пластов, сопровождающиеся мгновенным излучением сейсмической энергии.

Чтобы иметь общие представления о глубинном разрезе земной коры полигона на основании анализа данных по сейсмологии и результатов обработки близких землетрясений Осиповой И.Б. и др. дается строение Земной коры, где выделяются следующие границы:

- I. 3+5км коррелируется с границей осадочных пород и кровлей фундамента.
- II. 12+13км коррелируется с границей находящейся внутри гранитного слоя.
- III. 21+25км представляет собой базальтовый слой.
- IV. 45+50 км вероятно совпадает с границей земная кора-мантия.

Для достоверности геолого-геофизического разреза полигона приводятся данные глубоких скважин, где указывается, что территория Араратского сейсмопрогностического полигона достаточно хорошо разбурена глубокими скважинами. В Октемберянской депрессии пробурены одна опорная, 11 параметрических и 8 поисковых скважин, в Приереванской депрессии (Егвардское и Вохчабердское плато) 1 опорная, 15 параметрических скважин, а в Приараксинской депрессии две опорные, 8 параметрических и 2 поисковых скважин. За период с 1983-1990гг, в пределах полигона, пробурены три параметрические скважины – 1-Шорахбюрская, 1-Октемберянская, 1-Баграванская, с глубиной соответственно 4571, 5000, 4706м. Последние две скважины вскрывая образования осадочного чехла вошли офиолитовые породы вероятно фундамента.

В непосредственной близости Гарнийской обсерватории пробурены скважины Гарни-1 (глубина 1415м) и Азат-1 (глубина 3525м), а в радиусе 10-12км находятся скважины Шорахпюр-1 (глубина 4571м) и Арамус-33 (глубина 4280м), представляющих возможность располагать конкретными сведениями о геолого-геофизических особенностях непосредственной среды регистрации наблюдаемых физических параметров. Кроме того, они хороши тем, что в них возможно установить скважинные сейсмометры, наклонометры и тензометры,

позволяющие проводить замеры с целью поисков предвестников землетрясений на полигоне.

Так как геоэлектрические условия местности, представляют из себя несомненный интерес при поисках предвестников землетрясений электромагнитного и электроупругого характера, рассматривается геоэлектрический разрез полигона. В геоэлектрических исследованиях наиболее распространенным параметром является удельное электрическое сопротивление горных пород. Одновременно используются получившие в Армении весьма широкое применение кривые каротажа кажущегося удельного электрического сопротивления.

В пределах полигона часто в качестве первого геоэлектрического слоя сверху выступают покровные базальтовые лавы со средним сопротивлением на коротажных диаграммах 75-200 Ом/м, в зависимости от степени трещиноватости или изменчивости. На северо-восточной окраине полигона, скважина Арагац-17 вскрыла самую мощную толщу базальтов (1100м), в отдельных интервалах которой сопротивление лав доходит до 500-750 Ом/м.

1958

Варирование сопротивления в разрезе зависит от присутствия той или иной литологической разновидности. Но общим является тенденция увеличения сопротивления с глубиной и возраста геологической формации. Если в глинах сармата встречаются значения 1,0-1,5 Ом/м, то для верхней пестроцветной толщи верхнего миоцена характерны средние значения 3,0-3,5 Ом/м. Для пород Октемберянской свиты характерны средние значения 4-5 Ом/м, а для эоценовых отложений имеет место скачкообразное увеличение сопротивлений до 25 Ом/м и выше. В геоэлектрическом разрезе особое место занимает толща соленосно-гипсоносных отложений среднего миоцена. В пределах полигона она проявляется в виде нескольких разновозрастных, но пространственно обособленных наложенных структурных депрессий, а в геоэлектрическом отношении выступает как промежуточный высокоомный слой. На каротажных диаграммах величина сопротивления отличается от его истинного значения, т.к. при открытом стволе скважины глинистый раствор растворяет соль и обогащаясь приобретает аномально низкое значение сопротивления. Тем самым искажаются электрические силовые линии по скважине и занижается величина измеренного сопротивления.

Говоря о геоэлектрическом разрезе нельзя обходить не отмечая работы вносящие свой вклад в геоэлектрический разрез РА в целом и Араратский сейсмопрогностический полигон в частности. Это работа по ВЭЗ и симметричному профилированию (Минасян Р., Гулоян Е., Варданян В., Хачатрян Д.) по ДЭЗ, СПЗ, ДОЗ-(Асатрян Р., Асланян А.) по полю теллурических токов (ТТ) (Романенко Е.) по методу глубинного магнитовариационного профилирования и магнитовариационного зондирования (Григорян Д., Шахназарян А., Гугунава Г.) и, наконец, объемная работа по методу МТЗ и МТП (Яникян В., Чернявский Г., Мириджанян Р.). Результаты этих исследований отражены в научно-технических отчетах, в отдельных научных статьях и монографии авторов.

Учитывая, что при поисках предвестника землетрясений определенную роль играет термический режим полигона, анализируются данные по геотермии (Мириджанян Р., Вартанян К., Гордиенко В.В.).

Араратская депрессия, включая Кармрашенское, Егвардское, Котайкское и Вохчабердское плато и участок между реками Азат и Веди в геотермическом отношении выделяется как район с минимальными и средними значениями геотермического градиента Γ и плотности теплового потока Q . Здесь Γ изменяется от 1,5 до 3,5°С /100м и Q от 35 до 75мвт/м², в то время, как в Центральном геотермическом районе эти же параметры преобретают значения соответственно $\Gamma =$ до 4,5°С/100м и $Q = 80$ мвт/м² и выше. Густота пунктов наблюдений позволяет уверенно прослеживать увеличение теплового напряжения по мере приближения к Центральному геотермическому району.

В пределах полигона, как правило, температура 38-41°С достигается на глубине 1000м, а на глубине 2000м температура становится 70-75°С. Вблизи Гарнийской обсерватории в скважине Гарни-1, на глубине 720м зафиксирована температура 42° и 80°С на глубине 2200м в скважине Азат-1, а в скважине Шорахпюр-1, на глубине 4500м измерена температура 145°С.

В общем случае, геотермический градиент с глубиной уменьшается, что связано с закономерным увеличением плотности пород, следовательно и теплопроводности. По этой причине термограммы имеют выпуклую форму по

отношению к оси глубин. В местах, где присутствует соленосная толща значительной мощности, геотермограммы приобретают вогнутую форму.

В дальнейшем в отдельных параграфах рассматриваются основные элементы аномального магнитного поля и классификация магнитных аномалий, а также физические свойства горных пород Араратского полигона (магнитная восприимчивость и удельное электрическое сопротивление).

Для изучения глубинного строения территории Армении в 1963г. экспедицией ВИРГ-а была выполнена аэромагнитная съемка станцией АСГ-46 на абсолютной высоте 4000м по ряду маршрутов, пересекающих указанную территорию (Васильева М.А., Васильев Р.Т.). Данные аэромагнитной съемки согласуются с данными наземной съемки (Акопян Ц., Аджимамудов Э., Арутюнян Э., Погосян Г.) и позволяют производить описание магнитного поля Араратского полигона.

Из проведенной морфологической характеристики аномального магнитного поля авторы приходят к выводам, что изменение аномального магнитного поля на исследованной территории весьма закономерно и позволяет выделить вышеописанные зоны и подзоны, которым соответствуют определенные структурно-фациальные зоны. Зональный характер магнитного поля прослеживается над геологическими структурами и намечается определенная связь между магнитным полем и тектонической зональностью в Республике Армения.

Выше упомянутые подтверждаются также по палеомагнитным данным (Акопян Ц., Минасян Дж., Сирунян Т., Караханян А., Варданян А.) и по данным физических свойств горных пород (Яникян В., Карапетян Э.).

При описании физических свойств пород кембрия-докембрия, палеозоя и плиоцена четвертичного возраста нами использованы также данные Акопяна Ц., Оганесяна Ш., Сироткиной Т., Петросяна Г., Минасян Дж., Сирунян Т., Караханян А., Варданян А.

Эффузивные породы третичного и четвертичного возрастов, представленные в основном базальтовыми, андезито-базальтовыми и андезито-дацитовыми лавами, вулканическими туфами, порфиритами, их туфами и туфогенными породами, характеризуются не только высокой магнитной

восприимчивостью, но и высокой остаточной намагниченностью, значительно (в 5-15 раз) превышающей индуцированную намагниченность.

Отношение I_n к I_i в среднем составляет 12, и это означает, что остаточная намагниченность эффузивных пород этого возраста является определяющим фактором формирования аномального магнитного поля.

1. Как интенсивность намагниченности, так и параметр Q уменьшается по мере увеличения возраста породы. Так для четвертичных эффузивных пород x , составляет $4000 \cdot 10^{-6}$ сгс, средняя остаточная намагниченность $I_n = 1700 \cdot 10^{-6}$ сгс $Q = 13$. Для пород неогенного возраста эти параметры составляют соответственно $x = 3600 \cdot 10^{-6}$ сгс, $I_n = 15000 \cdot 10^{-6}$ сгс, $Q = 12.6$, а для пород палеогена $x = 2800 \cdot 10^{-6}$ сгс, $I_n = 3400 \cdot 10^{-6}$ сгс, $Q = 4.6$. Следовательно, наблюдается определенная закономерная связь между возрастом эффузивных пород и характером их намагниченности. Как указывают авторы (Акопян Ц., Минасян Дж., Сирунян Т., Варданян А., Караханян А.), критериями для относительного возрастного расчленения служат: абсолютная величина естественной остаточной намагниченности (I_n), отношение остаточной намагниченности к индуцированной (Q), азимут естественной остаточной намагниченности (D), угол наклона вектора к горизонтальной плоскости (J).

2. По стратиграфической колонке сверху вниз наблюдается следующая закономерность изменения намагниченности изверженных пород:

а) для верхнечетвертичных лав $x = 48 \cdot 10^{-4}$ сгс, $I_n = 233 \cdot 10^{-4}$ сгс;

для среднечетвертичных лав $x = 31 \cdot 10^{-4}$ сгс, $I_n = 115 \cdot 10^{-4}$ сгс;

для вулканических туфов $x = 23 \cdot 10^{-4}$ сгс, $I_n = 78 \cdot 10^{-4}$ сгс.

б) нижнечетвертичные и верхнеплиоценовые лавы составляют соответственно:

$x = 34 \cdot 10^{-4}$ сгс, $I_n = 185 \cdot 10^{-4}$ сгс; $x = 33 \cdot 10^{-4}$ сгс, $I_n = 186 \cdot 10^{-4}$ сгс;

в) породы среднего-нижнего плиоцена характеризуются нормальной намагниченностью $x = 13 \cdot 10^{-4}$ сгс, $I_n = 67 \cdot 10^{-4}$ сгс, а нижнего плиоцена, верхнего миоцена — обратной намагниченностью $x = 18 \cdot 10^{-4}$ сгс, $I_n = 99 \cdot 10^{-4}$ сгс;

г) вулканогенные породы верхнего и среднего эоцена характеризуются нормальной намагниченностью, их средние величины составляют для порфиритов $x = 22 \cdot 10^{-4}$ сгс, $I_n = 50 \cdot 10^{-4}$ сгс; для туфогенных пород $x = 23 \cdot 10^{-4}$ сгс, $I_n = 33 \cdot 10^{-4}$ сгс;

А) интрузивные породы верхнего эоцена характеризуются нормальной намагниченностью $\chi = 39 \cdot 10^{-4}$ сгс, $I_n = 25 \cdot 10^{-4}$ сгс; а миоплиоцена – обратной намагниченностью $\chi = 106 \cdot 10^{-4}$ сгс, $I_n = 980 \cdot 10^{-4}$ сгс.

Исходя из геологического строения Араратского сейсмополигона, в работе рассматривается электропроводность пород, залегающих на полигоне.

В водонасыщенных образцах интрузивных и эффузивных пород наблюдается увеличение удельного сопротивления от кислых разностей к основным и ультраосновным на 2-3 порядка. При этом ρ_k всех разностей пород остается высоким ($10^3 + 10^5$ Ом·м). При увеличении пористости от 0 до 5% - наблюдается закономерное уменьшение сопротивления от $10^6 + 10^7$ до $10^3 + 10^4$ Ом·м. Как для метаморфических, так и для магматических пород характерно повышенное электрическое сопротивление ($10^4 + 10^5$ Ом·м).

Режим подземных вод, солевой состав, температура и другие характеристики в значительной мере зависят от глубины залегания водовмещающих пород и связи их с дневной поверхностью. Например, в складчатых районах распространены пресные воды, а в направлении к центральным частям платформ – в Араратской долине – артезианских бассейнов, появляются двух-трех- и четырехзональные пояса слабосоленых (1-3г/л), сильносоленых (3-10г/л), соленых (10-50г/л) вод и рассолов (свыше 50г/л).

Влияние гидрогеологического и гидрохимического режимов на удельное электрическое сопротивление пород разного литологического состава различно, следовательно, этот фактор, при проведении магнитоупругих, электроупругих и электромагнитных эффектов следует учесть.

Результаты измерений при исследовании начальной магнитной восприимчивости а также электрических свойств под давлением и температурой свидетельствуют в пользу возможности наблюдения на данной площади магнитоупругого, электроупругого и электромагнитного эффекта.

Араратский сейсмопрогностический полигон характеризуется следующими геолого-геофизическими особенностями:

- Приподнятым положением фундамента, высоким положением дневной поверхности, распространением гидротермальных систем, бурным проявлением плиоцен-четвертичного вулканизма,

относительно минимальными значениями ускорения силы тяжести, общим положительным фоном геомагнитного поля, расположением объектов стратегической важности (Атомная электростанция, столица Республики Армения город Ереван и т.д.), относительно высокой сейсмической активностью охватываемой полигоном территории, наличием активных тектонических разломов и их узловых зон, геолого-геофизической изученностью разреза полигона и наличием глубоких опорных и разведочных скважин.

- Принципиально важным является наличие геофизической обсерватории "Гарни" и сети сейсмических станций (как опорных, телеметрических так и временных), способствующих изучению напряженно-деформированного состояния среды и его количественной оценке.
- В пределах полигона широкое проявление имеют активные разломы, связанные с поднятием или опусканием блоков земной коры в обстановке как общего сжатия, так и растяжения.
- Под влиянием общей геодинамической обстановки региона, в пределах полигона возможна дальнейшая активизация разломов, связанная с деформационными процессами, под которыми можно понять закономерное сочетание дислокаций со сдвиговым смещением по площади.

Достаточно хорошая геолого-геофизическая изученность полигона, наличие подробных фактических данных по геомагнетизму, гравиметрии, глубоким скважинам, геотермии, палеомагнетизму, физ.свойству горных пород, геоэлектрике, гидрогеодинамике и сейсмичности создают благоприятные условия для оценки магнитоупругих, электроупругих и электромагнитных эффектов как один из возможных и надежных критериев для поисков предвестников землетрясений в пределах Араратского сейсмополигона.

Магнитоупругие исследования на Араратском сейсмополигоне

Глава III посвящена магнитоупругому эффекту или изучению долгосрочных предвестников на Араратском полигоне путем изучения аномалии вековых вариаций. Изменения магнитного поля, вызванные тектоническими движениями, очевидно можно исследовать с помощью многолетних повторных измерений поля на закрепленных реперах с учетом, как сейсмической обстановки, так и геологических условий изучаемой области.

Для выяснения особенностей поведения магнитного поля во времени и пространстве в пределах полигона и сравнения их с прилегающими более сейсмическими зонами был проложен кольцевой профиль.

На профиле установлено 13 точек: Гарни – водохранилище Азат – Джрарат – Геташен – Двин – Арташат – Веди – Арарат – Урцадзор – Гелайсор (Хосровский заповедник) – Байбурд – Гегарт – Артиз – Гарни.

Начиная с 1997-2000гг. по маршруту велись абсолютные измерения поля с помощью ПМП-203. (точность прибора ± 1 нТл).

Все значения поля во время прохождения маршрута были приведены к базисному значению поля в обсерватории Гарни.

Описывается характер поля и величины градиентов по точкам. Оценена среднеквадратичная ошибка ϵ , величина которого составляет ± 2.0 нТл. Закрепленные реперы устанавливались в местах, где отсутствовали большие пространственные градиенты, помехи от линий электропередач (ЛЭП) и сильно намагниченных пород в виде скоплений обломочного материала.

В период маршрута обеспечивались непрерывная регистрация вариаций, а также замеры в обсерватории Гарни и, как правило, в каждом замере брались 3-4 отсчета. Часы на профиле и в обсерватории Гарни проверялись ежедневно, для синхронизации замеров. Через каждые три точки проводились контрольные замеры. Повторные наблюдения проводились с целью обнаружения аномальных изменений с периодом от месяцев до единиц лет.

Маршрутные наблюдения на кольцевом профиле повторялись в течение года – дважды.

Из-за больших пространственных градиентов, нам приходилось иногда устанавливать новые репера и в результате все точки на кольцевом профиле были закреплены в достаточно спокойном поле в отношении магнитного поля, поэтому результаты измерений первых маршрутов оказались частично несопоставимыми с данными предыдущих измерений. Необходимо строгое совмещение пунктов наблюдения при повторных замерах пунктов и чтобы ошибки за несовпадение мест были меньше приборной.

Для изучения магнитоупругого эффекта точность измерений является решающим фактором и естественно требует подробного исследования всех видов возможных ошибок при проведении маршрутных съемок:

- Абсолютные замеры в обсерватории, регистрация вариации переменного геомагнитного поля, солнечно-суточные вариации, магнитная активность (внезапное начало магнитных бурь, бухтообразные возмущения, шторм-вариации, индукционные токи, определение К-индекса и т.д.).
- При воздействии водохранилища "Азаг" на геомагнитное поле, судя по пространственным размерам, могут возникнуть аномалии, связанные с изменением режимного давления водохранилища. Они заполняются весной и остаются почти постоянным до глубокой осени и опускаются до весны. По данным (С.Р.Оганесян), при заполнении водохранилища, величина геомагнитного поля может меняться от 3 до 5нТл, а по электрическому потенциалу до 0,5мВ/км. Исходя из этого автор отрицает возникновение локальных геомагнитных вариаций за счет электрокинетического эффекта.

Одной из причин "ложного магнитоупругого эффекта" может являться различная электропроводность по профилю наблюдений. Различие амплитуд геомагнитных вариаций в пунктах, расположенных на расстоянии 10-15км, установлено рядом исследователей: (Wiese Rikitake, Л.А.Ваньян, В.М.Литинский, В.Г.Кузнецова). В связи с тем, что территория Арагатского полигона включает в себе разные геоструктурные элементы, имеющиеся свои особенности строения, здесь возможно наличие зон геоэлектрической неоднородности и как следствие этого различие вариаций переменного геомагнитного поля. Выделение такого рода эффектов затрудняется сложным характером электропроводности и полем вариаций, меняющиеся во времени, по амплитуде, склонению и наклонению.

Длительные наблюдения магнитного поля в точках Араратского полигона позволили оценить частоту и величину отклонения разницы напряженностей поля от постоянного значения.

Исходя из этого мы попытались выяснить как протекает этот процесс во времени и в пространстве в точках наблюдений Араратского сейсмополигона. Гарнийская геофизическая обсерватория была взята как базовая точка, а в остальных временно были установлены магнито-вариационные станции (МВС), что и позволило проводить анализ вариации поля в плоскости NZ , ND , NT , между станциями Гарни и Паракар. Среднее значение градиента полной напряженности, полученное для обсерватории Гарни и станции Паракар различаются между собой на 5нТл .

Временные изменения пространственных градиентов вариации электромагнитного поля достигают в отдельных случаях $3\text{-}5\text{нТл}$.

В 1998г. в ряде точек были зарегистрированы более заметные отклонения поля от измерения 1997 года, составляющие десятки нТл. Анализ результатов, полученных при повторном прохождении профиля, позволяет сделать вывод о надежной работе магнитометров.

В 1999 году были установлены дополнительные реперы между точками 6-11 с целью более детального изучения динамики магнитного поля на Хосровском заповеднике, так как в этом районе наблюдалось уменьшение геомагнитного поля, величиной от 2нТл до 15нТл .

Этот факт позволил сделать предположение о заметных направленных изменениях поля, обусловленных, вероятно, динамическими процессами, так как при этом наблюдается корреляция геомагнитных параметров и сейсмических событий. Это играет определенную роль при проведении магнитоупругих исследований по профилям, расположенным на полигоне.

Однако эти исследования требуют четкого проведения повторных наблюдений 2 раза в год, поэтому, проведенные в 04.1996-04.2000гг. исследования носили практический и теоретический характер с целью выяснения возможностей использования метода магнитометрии и парк существующей аппаратуры, для постановки наблюдения за локальными изменениями вышеупомянутых полей и выявления геофизических и сейсмологических критериев прогноза сильных землетрясений.

Многолетние повторные измерения на кольцевом профиле, с учетом геолого-геофизической, сейсмотектонической характеристикой сейсмополигона, а также физ. свойствами слагающих пород под высоким давлением и температур, путем изучения вековых вариаций, позволят прогнозировать активизацию тектонических процессов на Араратском полигоне, и в течение ближайших 10 лет можно решить вопрос перспективности поисков предвестников потенциальных землетрясений на этом полигоне.

Следует ожидать, что относительно локальные изменения геомагнитного поля могут наблюдаться в зонах максимальных напряжений, если они совпадают с зонами развитых магнитных аномалий. На Араратском полигоне такими зонами (преобладание вертикальных движений) являются зоны максимальных градиентов гравитационного поля. Отметим, что в рассматриваемом случае эти зоны совпадают в основных чертах с зонами максимальной сейсмической активности. Следовательно, имеет место для изучения аномалий элементарной сейсмичности и достаточная намагниченность пород. При этом породы обладают значительной остаточной намагниченностью. Территория полигона хорошо изучена в магнитном отношении, и засняты точной аэромагнитной съемкой. Кроме этой информации имеются и другие геофизические данные гравиметрии, о тепловом потоке и палеомагнетизме.

Имеется представление о магнитных свойствах пород, слагающих магнитоактивный горизонт полигона и, что наиболее важно, возможные амплитуды эффекта получены при моделировании его на искусственных взрывах (Акопян Ц., Пушков А., Сквородкин Ю., Оганесян С.).

В принципе, определена зона, максимально вероятная для обнаружения эффекта - зона максимальных градиентов.

Наибольшая же точность измерений (абсолютные измерения) может быть обеспечена при измерениях модуля полного вектора. В силу этого анализ возможности вычисления распределения компонент по пространственной структуре модуля полного вектора приобретает важное значение.

Для изучения аномалий вековой вариации рассматриваемый регион исключительно перспективен. Имеющаяся геолого-геофизическая информация позволяет определить наиболее вероятное местоположение аномалий вековой

вариации, связанных с действием на породы магнитоактивного горизонта упругих напряжений.

Наличие линейных структур с разными знаками намагниченности могут получить однозначную интерпретацию при использовании векторного представления аномального поля и привлечения палеомагнитной информации. Можно утверждать, что линейные структуры аномалии обусловлены разновозрастными внедрениями лав, имеющих соответственно разный знак намагниченности, а это говорит в пользу того, что регион испытывает вертикальные движения (Овсепян О.).

Далее рассмотрены расчеты компонентов магнитного поля косонамагнитного шара под одноосным сжатием с учетом коэффициентов α и β , полученными экспериментальным путем под давлением (Ю.П.Сковородкин, В.В.Нагапетян и др. 1971г.).

Замечено, что для вертикальной и горизонтальной намагниченности максимум приращения Za и Ha совпадает с максимумом ΔZa и ΔHa . При косой намагниченности картина существенно изменяется, так как наблюдается заметный сдвиг соответствующих максимумов в области максимальных значений Za и Ha и отрицательные приращения, поэтому не исключена возможность существования в этой же области зон, вообще не проявляющих магнитоупругого эффекта. Расчеты магнитного поля косонамагнитного шара в условиях одностороннего сжатия позволили ориентировочно определить величину и положение максимальных значений магнитоупругого эффекта в пространстве.

ГЛАВА 4

Электромагнитные предвестники на Араратском сейсмопрогностическом полигоне

Посвящена изучению краткосрочных предвестников. Здесь рассматриваются экспериментальные (полевые) наблюдения за поведением электромагнитного поля Земли в пределах Араратского сейсмопрогностического

полигона и в пунктах, где было предусмотрено проведение режимных наблюдений электромагнитного поля Земли.

Оказалось, что практически из 6 пунктов только пункт Гарни является перспективным и обнадеживающим с точки зрения исследования поля теллурических токов, с целью поисков предвестников землетрясений. Здесь максимальные значения величины помех достигают по $E_x=1,3$ мВ/км, а по $H_y=0,4$ нТл/мм. То есть, величина уровня помех позволяет проводить запись короткопериодных колебаний (КПК) (P_{c1} , P_{c5}), P_i , P_t электромагнитного поля Земли.

Рассматривается поведение теллурических токов в период сильных афтершоков Спитакского землетрясения. В связи с этим анализируется пространственно-временное развитие и энергетические характеристики афтершокового процесса землетрясения "Спитак-88" с сопоставлением теллурических токов с деформационными процессами в штольне Гарнийской Геофизической обсерватории. Наблюдение за афтершоковым процессом велось самым детальным образом, благодаря большому количеству временных станций, которые были установлены в эпицентральной зоне. Для расчетов эпицентров использовались первичные данные как стационарной сети сейсмологических наблюдений Кавказа, так и временных телеметрических и автономных станций, установленной французской и американской экспедициями. За период сильных афтершоков было рассчитано деформационно-напряженное состояние по Бениоффу (с 08.12.88-31.03.89), согласно которому было выделено более чем по 10^{12} Дж энергии.

Компоненты С-Ю и В-З наклонов земной поверхности до землетрясения претерпевают знакопеременные изменения, которые в общих тенденциях коррелируются во времени с изменениями компонентов С-Ю и В-З электротеллурического поля, которое регистрируется в той же штольне.

Перед Спитакским землетрясением наблюдались как длиннопериодные изменения ЭТП в виде искажения нормального сезонного хода с августа 1988г., так и короткопериодные всплески с периодом от 10-15 минут до 1,5-2,0 часа, с различной амплитудой, начиная с 16 ноября 1988г.

По данным деформационных наблюдений, в штольне подземной геофизической обсерватории "Гарни", с начала ноября на обеих компонентах В-

З и С-Ю наблюдались направленные изменения деформаций большими градиентами. При этом изменения на компоненте С-Ю отличались высокими амплитудами по отношению В-З. Это, вероятно, может быть объяснено как влиянием глубинного разлома близширотного простирания, который проходит в трех километрах от пункта наблюдений по ущелью реки Азат. За несколько дней до Спитакского землетрясения происходило изменение знака деформаций на обоих компонентах. После землетрясения направление и характер изменения продолжали оставаться такими же, какими они были перед землетрясением в ноябре 1988г. Это, видимо, может свидетельствовать об активных деформационных процессах, продолжающихся и после основного толчка 7 декабря. Данное предположение подтверждается активным афтершоковым процессом в последующие землетрясению месяцы.

Перед одним из самых сильных афтершоков 31 декабря с $K=13$ произошло изменение направления полного горизонтального вектора деформаций с образованием своеобразной петли.

Вышеизложенное позволило сказать, что поле напряжений вдоль активного разлома Гарни-Раздан-Спитак (Караханян, Трифонов, Кожуриц) имело сложную пространственную структуру. Вследствие этого выделение энергии, как и релаксации напряжений в ходе процесса, проходили неравномерно во времени и в пространстве.

Приводятся результаты магнито-теллурического зондирования, полученные в пределах Араратского сейсмополигона, как с целью изучения строения земной коры и верхней мантии, а также их использование при поисках электромагнитных эффектов.

Территория полигона представляет довольно трудный объект исследований по методу МТЗ, в частности, сложный рельеф местности, индукционные и промышленные помехи, лавовый покров четвертичных базальтов с мощностью 500-700м, при сопротивлении 3000-5000 ом, наличие соленосно-гипсоносных толщ, являющимися экраном.

Вышеуказанные факторы искажают синусоидальную форму импульсов, вследствие чего получаются большие разбросы, затруднение в группировке импульсов и интерпретации кривых.

Несмотря на подобные трудности, нам удалось получить сведения об электропроводности на территории полигона.

Обработка осциллограмм сводилась к определению видимых амплитуд и периодов вариаций, по которым производилось вычисление кажущихся сопротивлений.

Для построения кривых МТЗ применялись колебания правильной формы, относящиеся к классам $P_c(2-5)$ и $P_i(1-2)$, а также длиннопериодные вариации неправильной формы. Выделение гармоник из вариации неправильной формы производилось с помощью гармонического анализа. Была составлена программа машинного счета, позволяющая получить спектральные плотности импульсов неправильной формы в точках, расположенных на расстоянии $2\Delta t$ по шкале периодов от $T=2\Delta t$ до $T=N\Delta t$, где Δt – интервал отсчета, а N – число отсчетов. Одновременно вычислялись значения ρ_k, ρ_x, ρ_y в этих же точках спектра. При построении кривых МТЗ выбирались лишь те значения кажущегося сопротивления, которые соответствовали участкам максимумов спектральной плотности.

Вариации взаимоперпендикулярных составляющих (E_x, H_y, E_y, H_x) хорошо коррелируются между собой на различных частотах. В частотном спектре поля преобладают колебания с периодом 30-100сек. Наиболее интенсивные вариации наблюдаются в утренние часы и в середине дня. H -поле преобладает, в основном, линейной поляризацией, а поле E – квазилинейной и эллиптической.

В пределах Араратского сейсмопрогностического полигона глубинное МТЗ было проведено в трех пунктах:

Пункт Мецамор (ААЭС). Согласно полученным кривым зондированиям восходящая ветвь ρ_x хорошо накладывается на двухслойной палетке с индексом

$$M_{1,2} = 300\rho_T^{kp}, \sqrt{T^{kp}} = 28.$$

Из соотношения $h = \frac{\sqrt{10\rho_T T^{kp}}}{8}$ заключаем, что фундамент залегает на глубине 6.5-7км. Ниспадающие ветви в правой части кривых свидетельствуют о присутствии на больших глубинах слоя низкого сопротивления, которое, по-видимому, связано с проводящей зоной верхней мантии.

Мощность, до хорошо проводящей зоны, определена по формуле: $h\mu = 1.14\sqrt{T_h}$, либо $h\mu = 2.1S\rho_{\max}$, где $\sqrt{T_h}$ - абсцисса точки пересечения правой асимптоты, проведенной к ниспадающей ветви под углом $63^{\circ}25'$; S – продольная проводимость верхних слоев. Средняя глубина до проводящих пород в верхней мантии составляет около 190км.

Мы имели возможность получения сведения о распределении главного и дополнительного импеданса в зависимости от координатных осей (импедансные полярные диаграммы), что способствовало повышению достоверности интерпретации данных ГМТЗ.

Была построена диаграмма главного и дополнительного импеданса для периода 30-50сек. Значение дополнительного импеданса мало, по сравнению с главным. Такие полярные диаграммы характерны для двумерно-неоднородной среды. Диаграмма главного импеданса выражается в "восьмерку", а значения дополнительных импедансов повышаются.

Выявление закономерности импедансов, по-видимому, можно увязывать с деталями геологического строения фундамента.

При постоянстве сопротивления верхнего слоя и его мощности проводящими зонами, по всей вероятности, могут являться тектонические нарушения, более обводненные и обладающие повышенной проводимостью.

Муган Для данного пункта кривые ρ_{xy} и ρ_{yx} существенно расходятся. Значение продольной проводимости S_{xy} и S_{yx} , определенные по восходящей ветви, различаются почти в 2 раза. При этом S_{yx} всегда больше S_{xy} ($S_{xy} = 95$ мО, $S_{yx} = 170$ мО).

Кривые ρ_{xy} и ρ_{yx} несут различную информацию; кривая ρ_{xy} определяет положение непроводящего пропластка, а кривая ρ_{yx} – положение непроводящего основания. При этом S_{xy} следует рассматривать как продольную проводимость надсолевой толщи, а S_{yx} – как суммарную продольную проводимость всей осадочной толщи.

Восходящая ветвь ρ_{yx} хорошо накладывается на кривую двухслойной палетки (Ваньян Л.Л., Хамизури В.Р.) с индексом $\mu_{1,2} = \rho_2/\rho_1 = 300$. Координаты креста равны $\rho_{T,кр} = 39$, $\sqrt{T}_{кр} = 2.8$. Отсюда, используя соотношение

$$h = \frac{\sqrt{10 \rho_{\tau}^{kp} T_{kp}}}{8}$$

закключаем о наличии слоя с сопротивлением $\rho = 39 \text{ ом}$ и мощностью около 7 км , лежащего на основании с сопротивлением, близким к 12000 ом . Появление максимума и начала низпадающей ветви в правой ρ_{yx} свидетельствует о присутствии на больших глубинах мощного слоя низкого сопротивления, который может быть отождествлен с проводящей зоной мантии.

Мощность до хорошо проводящих пород верхней мантии h_{μ} может быть определена по формуле: $h_{\mu} = 1.14 \sqrt{T_h}$, либо по формуле: $h_{\mu} \cong 2.1 S \rho_{\max}$ где:

$\sqrt{T_h}$ - абцисса точки пересечений асимптоты, проведенной к низпадающей ветви под углом $-63^{\circ}25$ к положительному направлению оси абсцисс; S - продольная проводимость верхних слоев; ρ_{\max} - кажущееся сопротивление в максимуме кривой МТЗ ($\rho_{\max} = 520 \text{ ом}$). Таким образом, средняя глубина до проводящих пород в верхней мантии составляет около 175 км .

Гарни Приводится зависимость ρ_{τ} от \sqrt{T} . В связи с тем, что в пункте зондирования не наблюдается заметной зависимости импеданса от направления электрического вектора, представляется вполне оправданным проводить изучение кривой зондирования, построенной по полному вектору вариации.

Полученная кривая ρ_{τ} хорошо накладывается на кривую двухслойной палетки с индексом $\mu_{1,2} = 39$ получаем, что слой с сопротивлением $\rho_1 = 23 \text{ ом}$ и мощностью около 6.3 км , лежит на основании с сопротивлением ρ_2 , близким к 900 ом . Определение суммарной продольной проводимости по восходящей ветви кривой ρ_{τ} ($S = 280 \text{ мо}$). Таким образом, средняя проводимость осадочной толщи составляет $S \approx 300 \text{ мо}$.

Для выяснения о применении полученных кривых по МТЗ по поискам предвестников землетрясений были сопоставлены с теоретическими (палетками), предложенными авторами (Чантуришвили Л.С., Хатиашвили Н.Г.), которые рассматривают изменение кривой ρ_{τ} в случае двух-трех и четырехслойных сред при изменениях параметров, связанных с источниками землетрясений. Авторы рассмотрели три случая, вызванных диссипацией напряжения в очаге землетрясения.

- а) Изменение мощности очага землетрясения при постоянном удельном электрическом сопротивлении. Показан сдвиг палеточной кривой ρ_T при изменении мощности пласта от $1/2$ до $1/32$.
- б) Изменение удельного электрического сопротивления при постоянной мощности пласта, показан сдвиг палеточной кривой при изменении удельного сопротивления ρ_{T2} от $1/2$ до $1/32$.
- в) Изменение удельного электрического сопротивления ρ_{T2} и мощности пласта h_2 , что является наиболее реальным в природе.

Из приведенного авторами палеточно-теоретических кривых видно, что форма кривых изменяются как от изменения мощности h_2 , так и от изменения удельного электрического сопротивления ρ_2 . Наиболее резким оказывается одновременное изменение обоих параметров (μ_2 и v_2), что наглядно видно на теоретических кривых.

Изменение различных частей магнитотеллурической кривой будет свидетельствовать о том, что изменения произошли в том или ином горизонте.

Исходя из вышеизложенного материала заключаем, что применение метода МТЗ, практически возможно использовать с целью поисков краткосрочных предвестников землетрясений на полигоне. Однако, надо учесть, что отсутствие ярко выраженного минимума кривых не позволяют уверенно определить глубину залегания фундамента и определение носит приближенный характер, и результаты указывают на небольшую мощность проводящего слоя (промежуточного) в осадочной толще и при сопоставлении практических кривых с теоретическими кривыми (Чантуришвили Л.С., Хатиашвили Н.Х., Гутунава Г.Г) понадобится применение аудио-магнитотеллурической лаборатории.

В пределах Араратского сейсмопрогностического полигона проведение магнито-теллурического зондирования с целью поисков предвестников землетрясений связано с большими трудностями, однако, современная аппаратура позволяет в настоящее время проводить МТЗ с целью поисков предвестников землетрясений и получить полноценную кривую, т.е. как нисходящие ветви, так и высокоомные.

Для слежения за геодинамическими процессами в земной коре и верхней мантии изучены вариации переменного магнитного поля на основе записей

магнитовариационных станций, установленных в пунктах Джрадзор, Тавуш и обсерватории Гарни. Обсерватория Гарни расположена в зоне, где выделяется слой повышенной электропроводности на глубинах порядка 35-40км и 280-285км у известного глубинного Гарнийского разлома.

В основном были рассмотрены вариации с периодом колебания $T=5+25$ и $30+60$ минут, которые соответственно охватывают глубину 1-5км и 5-20км. Они взяты не случайно, так как гипоцентры сильных и разрушительных землетрясений на Араратском полигоне расположены на этих глубинах.

С этой целью были рассчитаны среднемесячные значения передаточных функций A и B , а также координаты вектора Визе C и ϕ .

Как известно, передаточные функции A и B являются коэффициентами линейного соответствия между вертикальной и горизонтальной составляющими вариации геомагнитного поля. Они характеризуются распределением электропроводности в земной коре и параметры источника. Вектор Визе перпендикулярен аномальным токам и направлен от оси тела с повышенной проводимостью.

Полученные данные свидетельствуют о наличии динамических изменений электропроводности в глубинах земной коры. Эти изменения, видимо, связаны с тектоническими процессами, в том числе, и землетрясениями. При сопоставлении сейсмических данных с изменениями вектора Визе наблюдается совпадение, особенно, когда учитываются землетрясения, расположенные радиусом до 50км вокруг обсерватории, т.е. можно спокойно охватывать всю территорию Араратского сейсмополигона.

Таким образом, контроль за изменениями вектора индукции может служить основой для выявления площадей с повышенной геодинамической активностью, особенно для вариаций с периодами 30-60 минут.

С целью выявления предвестников сильных землетрясений изучены временные изменения среднемесячных амплитуд вариаций переменного магнитного поля Земли δT . Для определения вариаций δT использованы амплитуды вариаций компонентов D , H , Z . В результате установлено, что:

1. Когда источник изменения расположен в верхней части земной коры, то кривые меняются по разным направлениям (начало 1986г. и конец 1988г.). Причинами поведения кривых являются локальные изменения электромагнитной

индукции, которые совпадают с сильными землетрясениями 15.05.1986г. (Парванийское) и 7.12.1988г. (Спитакское).

Когда источник изменения внешний, и его размеры намного больше размеров исследуемой территории, тогда кривые меняются в одном направлении (влияние источника на все станции одинаково).

Локальные изменения хорошо выделяются как на кривых, отражающих изменение индукции для вариации периодами 30-60мин, так и для вариации с периодами 5-25мин. По графику ΔT между станциями "Тавуш" и "Джрадзор" можно судить о характере изменений индукции перед Спитакским землетрясением. В частности, направленный тренд рассмотренного периода говорит об изменениях почти за все время наблюдений (1986-1988гг.). А в обсерватории Гарни вариации магнитного поля не обнаружены.

Эти изменения локализовались в начале 1986г. и в конце 1988г. и совпадают с вышеуказанными землетрясениями. Изменения в разных глубинах различны во времени и по интенсивности. Когда изменения происходят на глубине 20км, то в верхних слоях они отсутствуют, и наоборот. Произошли три такие смены с разными периодами с сентября 1986г. до Спитакского землетрясения. С июня 1987г. происходит знакоизменение значений ΔT с положительного на отрицательное. Это свидетельствует о том, что изменения начались с глубины земной коры и постепенно распространились в верхние слои. Они носят импульсный характер. Такие изменения электромагнитной индукции — следствие изменения проводимости горных пород в глубинах, в частности, под станцией "Джрадзор". Они могут быть связаны с вертикальной фильтрацией высокопроводящих флюидов. Эту версию подтверждают и изменения силы тяжести в этом районе, повышение минерализации грунтовых вод и др.

На Арагатском сейсмопрогностическом полигоне значительные трудности возникают, если поля изменяются не только в следствии формирования землетрясения, но и по другим причинам, которые при поставленной нами цели являются помехами. Проблема устранения или учета возмущений, вызванных помехами также должно быть уделено пристальное внимание.

Отметим, что если будет иметь место сильное возрастание градиента интенсивности предвестника в сторону очага, например, если он близок к

поверхности и относительно мало мощен, то и в этом случае поиск эпицентра будет затруднен, так как зона проявления предвестника будет занимать небольшую площадь. И в этом крайнем случае понадобится применение большого количества аппаратуры при поисках эпицентров такого рода землетрясений.

При организации наблюдений для обнаружения предвестников очагов таких малых и неглубоких землетрясений на заранее фиксированных площадях, например, для АЭС, задача прогноза облегчается.

В пределах полигона необходимы обширные теоретические и экспериментальные исследования для выявления закономерностей в интенсивности предвестников и их градиентов в зависимости от глубины очага, сейсмического момента ожидаемого землетрясения и данной геологической обстановки.

ГЛАВА 5

Электроупругие эффекты

Глава V посвящена изучению краткосрочных предвестников землетрясения путем изучения электроупругих эффектов.

Для решения поставленных задач, в 5-и пунктах, расположенных в пределах полигона, с целью изучения геоэлектрического разреза, были проведены ВЭЗ. Отметим, что в основном, геоэлектрические разрезы многослойны. Подавляющее большинство полученных кривых ВЭЗ относятся к пяти- или шестислойному виду (АКQH, АКQQ, AA, KH, HA, АКQ, АКН).

При совместном анализе полученных кривых с данными буровых скважин, в основном подтверждается достоверность интерпретации полученных кривых ВЭЗ.

Гарни - на территории обсерватории геоэлектрические разрезы можно представить в виде:

участок 1	$\rho_1 = 120-145 \text{ Омм}$	$h_1 = 25-35\text{м}$
	$\rho_2 = 25-35 \text{ Омм}$	$h_2 = 75-160\text{м}$
	$\rho_3 = 5-14 \text{ Омм}$	

	$\rho_4 \rightarrow \infty$	
участок 2	$\rho_1 = 100-320$ Ом	$h_1 = 1.7-4$ м
	$\rho_2 = 2000-3000$ Ом	$h_2 = 40-50$ м
	$\rho_3 = 550-700$ Ом	$h_3 = 130-160$ м (лавовый поток)
	$\rho_4 = 1-10$ Ом	

Бюракан - в районе выделены подземные воды в виде локальных водотоков. ρ_k здесь достигает от 100 до 200 Ом. Мощность первого слоя не превышает 5-10 м. При сухих базальтах ρ_k достигает от 1800 до 2800 Ом. ρ_3 - 200-500 Ом, h_3 - от 200 до 300 м, ρ_4 - 100-500 Ом, h_4 - от 100 до 1000 м, ρ_5 - самый проводящий горизонт разреза, ρ_k - от 5-20 до 60-100 Ом, ρ_5 принимает как водоупор в качестве опорного горизонта, ρ_6 - кровли монолитных базальтов ρ_k характеризуется от 2000 до 3200 Ом.

Аруч - 1-й слой соответствует современным рыхлообломочным аллювиально-деллювиальным образованиям с $\rho_k = 10-30$ Ом. Мощность слоя колеблется от 2 до 10 м. В данном пункте в пределе кажущегося сопротивления колеблется от 1000 до 7000 Ом, обусловлено базальтами, андезито-базальтами, андезито-дацититами, туфами, с мощностью 50 м.

Паракар - 1-й слой с мощностью 9 м характеризуется сопротивлением в 75 Ом и в основном представлен магматическими породами с песчано-глинистыми заполнениями. Остальные слои представлены низкими сопротивлениями до 160 Ом, с мощностью 100 м.

Мецамор (ААЭС) - для определения мощности лавового покрова на двух пунктах было проведено вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ).

ВЭЗ-1 -	$\rho_1 = 37$ Ом	$h_1 = 3$ м
	$\rho_2 = 350$ Ом	$h_2 = 25$ м
	$\rho_3 = 1400$ Ом	$h_2 = 250$ м
	$\rho_4 \rightarrow \infty$	
ВЭЗ-2 -	$\rho_1 = 20$ Ом	$h_1 = 1.6$ м
	$\rho_2 = 340$ Ом	$h_2 = 25$ м
	$\rho_3 = 1500$ Ом	$h_2 = 240$ м
	$\rho_4 \rightarrow \infty$	

Таким образом, на кривых ВЭЗ довольно четко выделяется трехслойный разрез с определенными значениями ρ и h . Сопоставляя результаты ВЭЗ с геологическим строением участка Мецамор, можно отметить, что первый слой мощностью 2-3 м с сопротивлением 20-37 Ом, в первом приближении, соответствует поверхностным наносным отложениям; второй слой -

обводненным базальтам; третий слой – сухим базальтам. Вышеизложенное позволяет сделать вывод, что на территории Мецамора (ААЭС) залегают базальтовые слои мощностью более 240-260м.

Следует иметь ввиду, что при различных атмосферных явлениях степень минерализации вод, контактные заземления в гипсо и соленосных свитах, встречающихся здесь, могут меняться в определенных пределах, а это приводит к увеличению электропроводности, что в свою очередь может внести свой вклад в величину электроупругого эффекта.

Рассмотрены процессы сжатия и растяжения в окрестности скважины с радиусом r -введенную в пласт, мощностью h с неограниченной протяженностью и, предполагается, что напряжение в толще в процессе развития очага представляет собой гармоническое колебание и объемное сжатие или растяжение. В работе подробно приводится решение этой задачи. Практически можно установить связь между скважиной, подвергаемой к сжатию или растяжению и с кажущимся электрическим сопротивлением с водоносным горизонтом, и можно ожидать изменения электрического сопротивления водосодержащих пород перед землетрясениями.

Приводятся результаты короткопериодного мониторинга электрического сопротивления пород на испытательной площадке Гарнийской Геофизической обсерватории.

С целью выяснения возможности применения параметра кажущегося удельного электрического сопротивления пород ρ_k , слагающих участок Гарнийской обсерватории, в качестве носителя информации о протекающих сейсмотектонических процессах, осуществляли трехмесячный мониторинг изменения сопротивления пород.

Измерения ρ_k проводились с помощью четырехэлектродной симметричной системы (установка Виннера). Расстояние между электродами 50м. Одна из установок была расположена на подошве подземной магистральной тоннели обсерватории, с азимутальным направлением 0° , другие установки заземлены на поверхности, с азимутальной ориентацией 60° и 120° .

Такая расстановка систем дает возможность учесть влияние анизотропии среды, с другой стороны получить сведения о направлениях деформационных

напряжений. Наблюдения за ходом изменения параметра ρ_k носили циклический характер и через 4 часа в течении суток охватили период с 28.10.93г. по 21.01.94г.

Исходными данными для статистического анализа являлись суточные суммарные значения сопротивления, вычисленные по формуле:

$$\rho_k \cdot \text{sum} = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \rho_{kij}$$

где n — количество установок, m — количество циклов.

В результате получен временной ряд $\rho_k \cdot \text{сум.}$, со статистически значимой совокупностью данных, с размахом $\rho_k \cdot \text{min}$ 47 Ом и $\rho_k \cdot \text{max}$ 63 Ом.

Среднее значение параметра составляет 57 Ом, с отклонением отдельных значений от среднего (дисперсия) ± 3 Ом.

Таким образом границы доверительного интервала вероятного изменения параметра сопротивления являются 54 и 60 Ом, ниже и выше которых условно можно определить как аномальные отклонения.

Для более полной характеристики изменения параметра ρ_k построена вариационная кривая. Выявлена бимодальность вероятностного распределения. Правая группа, видимо, характеризует сопротивление нормального состояния среды, а левую группу можно рассмотреть как вариацию ее аномальных отклонений.

Указанное обстоятельство дает основание для раздельного анализа фоновых и аномальных значений. В результате получены значения ρ_k соответственно 58 ± 2 Ом и 53 ± 2 Ом.

Сопоставление вариационного временного ряда параметра ρ_k с сейсмическими событиями класса $K=7-9$, происходящими в пределах полигона, указывает на корреляцию землетрясений именно с отклонениями левой группы, т.е. с изменениями ниже фоновых значений.

В результате установлено, что в период с 01.10.93г. по 20.01.94г. среднее значение параметра ρ_k составляет 58 Ом.

Бухтообразные аномалии коррелируются со слабыми землетрясениями ($k < 7$), возникающими 17, 18, и 19 ноября 93г. с эпицентрными расстояниями от обсерватории, соответственно, 50, 58 и 30 км, также они коррелируются с

землетрясением с $K=8,5+9$, возникающими 5-ого и 6-ого декабря 93г. с $\Delta=40$ км и 80км соответственно.

Аномалия сохранилась в связи с землетрясениями 1-го, 2-го, 3-го и 10-ого января 94 года с $K<7$ и 8 и с $K=8,5+9$ и $\Delta=15, 22, 71$ и 78км соответственно.

Таким образом, аномалия опережает сейсмические события на 1-3 дня, а изменение ρ_k перед землетрясением меняется от 30 до 40% от общего фона.

Выявленные характерные закономерности в изменении величины удельного электрического сопротивления в пределах испытательной площадки ГГО, в течении трехмесячного мониторинга дает основание для положительного решения вопроса целесообразности применения параметра ρ_k в качестве предвестника сейсмической обстановки.

Хорошей иллюстрацией аномальных изменений кажущегося сопротивления (КС) и деформации земной коры в афтершоковый период Спитакского землетрясения могут служить данные изменения горизонтального вектора деформации по составляющим С-Ю, В-З, регистрирующиеся в подземной штольне обсерватории "Гарни" и КС по среднечасовым значениям за один и тот же период времени.

Выявлено, также некоторое сходство в длиннопериодных (порядка несколько суток) изменениях КС и деформации земной коры в связи с выделенной суммарной энергией из эпицентральной зоны.

Приводятся параметры разработанного в обсерватории прибора для стационарных режимных наблюдений КС. Основные технические данные "Гарни-1": ток — постоянный от щелочных аккумуляторов — 12В и от переменной электросети — 220В, пределы измерения по напряжению от 1 до 1000Мв, сила тока от 0.1 до 0.5А.

На лицевой панели размещены кварцевые часы (часы, минуты) и сброс. Частота 0.4 Гц; 0.8Гц, время опроса от 2 сек. до 64 сек; тумблер сети питания и разность потенциалов — U. Кроме того есть табло, где автоматически считывается величина кажущегося сопротивления ρ_k с точностью до 0.1Омм и есть тумблер индикации.

На обратной стороне панели есть 4 штепсельных гнезда с надписями "А, М, N, В" — "АВ" — для подключения питающей цепи и "MN" — для подключения

Под влиянием общей геодинамической обстановки региона, в пределах полигона возможна дальнейшая активизация разломов, связанная с деформационными процессами, под которыми можно понять закономерное сочетание дислокаций со сдвиговым смещением по площади.

Выявлено, что достаточно хорошая геолого-геофизическая изученность (гравиметрии, геотермии, геоэлектрики, наличие глубоких скважин) на АСП, а также залегание очагов близ поверхности, направление осей сжимающих напряжений в разрывных зонах и наличие как слабо, так и сильно магнитных и электрических пород в этих же зонах создают благоприятные условия для проведения магнитоупругих, электроупругих и электромагнитных эффектов, с целью поисков предвестников землетрясения на АСП,

Построены карты нормального магнитного поля для ограниченного региона, превышающие точность карт, построенных в 50-х годах (Ахвердян, Овсепян, Намгалаури). Карты построены для нескольких эпох, которые могут быть использованы организациями, ведущими как магнитометрические, так и магнитоупругие исследования на территории РА.

Показано, что для решения задач определения динамики локальных изменений геомагнитного, электромагнитного и электрического поля, как отражения изменений упругих напряжений, обусловленных тектоническими процессами, требуются высокоточные измерения, в зонах максимальных градиентов гравитационного и теплового поля, а также объединение палеомагнитных данных и сведений о физических свойствах горных пород.

Выявлено, что в качестве долгосрочных предвестников можно использовать геомагнитные измерения на пунктах кольцевого маршрута, проложенного в пределах Араратского сейсмопрогностического полигона. В результате возникает возможность, при ежегодных повторных измерениях путем изученных магнитных вариаций, судить о активизации тектонических процессов во времени и в пространстве.

Предложенная методика и оценка методических ошибок дает возможность в дальнейшем проводить магнитоупругие исследования по пяти профилям, расположенных в пределах АСП.

Теоретические расчеты магнитного поля косонамагниченного шара в условиях одноосного сжатия позволили ориентировочно определить величину и положение максимальных значений магнитоупругого эффекта в пространстве.

Полученные результаты по поискам электромагнитных эффектов убедительно показывают, что для решения этой задачи, как в пределах Араратского полигона, так и в Республике, необходимо применение аппаратуры системы аудио-магнитотеллурического зондирования.

При исследовании электропроводности в пределах Араратского сейсмопрогностического полигона показано, что наиболее интересным обстоятельством представляет обнаружение проводящих зон на глубинах 9-15 км. Выявленные проводящие зоны находятся в интервале глубин, отвечающем расположению очагов землетрясений, зафиксированных на территории Армении в наиболее сейсмоактивной центральной зоне армянской складчатости.

Факт проявления проводящих зон на глубинах $H=20-40$ км, $H=60-100$ км не протеворечит всем данным глубинной геоэлектрики по Кавказскому региону, полученным в настоящее время.

Характерные закономерности в изменении величины удельного электрического сопротивления в пределах испытательной площадки Гарнийской Геофизической Обсерватории, в течение трехмесячного мониторинга дает основание для положительного решения вопроса целесообразности применения параметра ρ_k в качестве предвестника сейсмического события..

Показана целесообразность установления связи между гидрогеодинамической скважиной и кажущимся электрическим сопротивлением. Здесь учитывается тот аргумент, что геоэлектрический предвестник связан с изменением режима подземных вод.

Математические моделирования показывают, что деформация (сжатия и растяжения) пласта, где расположены гидрогеодинамические скважины, приводит к увеличению или уменьшению уровня воды в скважинах и это в свою очередь приводит к изменению ρ_k .

Предложено, что при поисках электроупругих эффектов (с помощью замеров ρ_k) необходимо замеры проводить в автоматическом режиме с помощью разработанного нами измерителя "Гарни-1", во избежание дополнительных ошибок.

Так как ВЭЗ, при поисках предвестников землетрясений, эффективен для мало-глубинных очагов, то он будет полезен в период афтершокового процесса, когда происходит миграция очагов к поверхности.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Ахвердян Л.А. Наблюдения сейсмоманнитного эффекта у очага Зангезурского землетрясения. ДАН АРМ ССР, XLVIII, N3 1969, с.138-141.
2. Ахвердян Л.А. Исследование магнитных свойств горных пород. В сб. "Результаты комплексного изучения Зангезурского землетрясения". Изд-во АН Арм.ССР, Ереван, 1973. соавтор Безутлая Л.С., с.251-260.
3. Ахвердян Л.А. О некоторых особенностях бухтообразных возмущений. Науки о Земле, т. XXVI, N5, 1973. соавтор Барсуков О.М., с.88-91.
4. Ахвердян Л.А. О результатах применения глубинного магнитотеллурического зондирования в районах Армении. Изв.АН Арм.ССР, Науки о Земле, 4, 685-75, 1974. соавторы Акопян Ц.Г., Андропова Л.Н., с.68-75.
5. Ахвердян Л.А. Исследование особенностей локального изменения геофизических полей сейсмоактивных районов Армянской ССР с целью поисков предвестников землетрясений. ДАН АРМ ССР LIX, N2 1974. соавторы Акопян Ц.Г., Нагапетян В.В., Сквородкин Ю.П., с.84-88.
6. Ахвердян Л.А. Солнечно-суточные вариации и их гармонический анализ по данным магнитной станции "Гярд". Изв.АН Арм. ССР, Наука о Земле, N4, 1975. соавтор Акопян Ц.Г., с.64-71.
7. Ахвердян Л.А. Характер изменения некоторых геофизических полей в связи со Спитакским землетрясением. Междунар.семинар Спитак-88, 23-26 мая 1989г. соавторы Нерсесов И.Л., Киракосян Х.В.
8. Ахвердян Л.А. Магнитотеллурические исследования в районе Армянской Атомной Электростанции. Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле т.30, N3, 1975. соавтор Акопян Ц.Г., с.82-86.
9. Ахвердян Л.А. Поиски предвестников землетрясений на Кавказе. Поиски предвестников землетрясений, международный симпозиум (27 мая-3 июня, 1974), Изд."ФАН", Ташкент-1976. соавторы Назаров А.Г., Агамирзоев Р.А.,

- Акопян Ц.Г., Золотовицкая Т.А., Исмаил-Заде Т.А., Казанчян П.П., Кулиев Ф.Т., Мамедов Р.А., Нагапетян В.А., Оганесян Ш.С., Сковородкин Ю.П., с.164-170.
10. Ахвердян Л.А. О электропроводности Земной коры и верхней мантии Армении по методу магнито-теллурического зондирования. Жур. Геология, геофизика и география. Т.22, 1978, Бухарест, с.95-97.
 11. Ахвердян Л.А. Расчет компоненты магнитного поля шара под давлением. Изв. АН Арм.ССР, "Науки о Земле". N2, 1979, с.78-81.
 12. Ахвердян Л.А. Электроразведочные исследования в районе строительства подземной геофизической обсерватории "Гарни" "Науки о Земле" N6, с.91-95, 1980. соавтор Малхасян Г.Э., с.91-95.
 13. Ахвердян Л.А. Карты нормального магнитного поля Кавказского региона эпохи 1980. Изв. Академии Наук Арм.ССР Науки о Земле, т.XXXVI, N6 1983. соавтор Овсепян О.Г., с.89-91.
 14. Ахвердян Л.А. Результаты синхронных деформографических и электротеллурических наблюдений в штольне обсерватории "Гарни". Докл. Академии наук Арм.ССР, т.88, N5, 1989. соавторы Нерсесов И.Л., Журавлев В.И., Киракосян Х.В., Сидорин А.Я., с.212-217.
 15. Ахвердян Л.А. Пространственно-временное развитие и энергетические характеристики афтершокового процесса землетрясения "Спитак-88". ДАН АН АРМ ССР, т.92, N4, 1991. соавторы Амирбекян Р.В., Агаронян В.Ж., Андриус М., Сарксян Г.Г., с.162-167.
 16. Ахвердян Л.А. Методические ошибки, обусловленные пространственным различием вариации переменного электромагнитного поля на Араратском сейсмополигоне. Сб. научных трудов конф., посвящ. 90-летию со дня рождения основателя ИГИС НАН РА, академика А.Г.Назарова, 1-4 июня 1998г., г.Гюмри. соавтор Манукян М.Р., с.226-229.
 17. Ахвердян Л.А. Теллурические токи в эксперименте по оценке помех Гарнийской обсерватории. Сб. научных трудов конф., посвящ. 90-летию со дня рождения основателя ИГИС НАН РА, академика А.Г.Назарова, 1-4 июня 1998г., г.Гюмри. соавтор Манукян М.Р., с.230-232.
 18. Ахвердян Л.А. Оценка электроупругих эффектов в пределах Араратского сейсмопрогностического полигона. Сб. научных трудов конф., посвящ. 90-

- летию со дня рождения основателя ИГИС НАН РА, академика А.Г.Назарова, 1-4 июня 1998г., г.Гюмри. соавтор Саркисян Р.Р., с.306-310.
19. Ахвердян Л.А. Электромагнитные предвестники на Араратском сейсмополигоне. Сб. научных трудов конф., посвящ. памяти к.г.м.н. А.Г. Бабаджаняна 12-14 октября 1999, г.Гюмри. соавторы Манукян М.Р., Оганесян С.М., с.46-52.
 20. Ахвердян Л.А. Пространственно-временные изменения электромагнитной индукции в земной коре и верхней мантии на территории Армении. Бюллетень строителей Армении, 1999, N4. соавторы Григорян А.Г., Назаретян С.Н., Оганесян Г.А., с.28-29.
 21. Ахвердян Л.А. Разработка стационарного геоэлектрического измерителя "Гарни-1". Сб. Научных трудов конф., посвящ. памяти к.г.м.н. А.Г. Бабаджаняна, 12-14 октября, 1999, Гюмри. соавторы Хачатрян Д.А., Саркисян Р.Р., с.52-54.
 22. Ахвердян Л.А. Теоретическая оценка деформации (сжатия и растяжения) в окрестности скважин. Сб.трудов науч.конф., посвящ. 80-летию основания ЕГУ (18-20 мая, 1999). соавторы Давтян А.М., Пашаян Р.А., с.53-58.
 23. Ахвердян Л.А. Изучение геомагнитных предвестников сильных землетрясений. Бюллетень строителей Армении, N4, 1999. соавторы Григорян А.Г., Сковородкин Ю.П., с.35-37.
 24. Ахвердян Л.А. Изучение аномалий "Векового хода" по кольцевому профилю на Гарнийском сейсмополигоне. Сб. Науч.тр.конф., посвящ.40-летию основания ИГИС им. А.Назарова НАН РА, 9-12 октября, 2001г., г.Гюмри, соавтор Манукян М.Р., с.26-30.
 25. Ахвердян Л.А. Короткопериодный мониторинг изменения электрического сопротивления пород на испытательной площадке Гарнийской Геофизической обсерватории. Сб. научных трудов конф., посвящ. 60-летию основания НАН РА, 28-31 октября 2003г., г.Гюмри. соавтор Мириджанян Р.Т., с.36-39.
 26. Ахвердян Л.А. Сейсмотектоника Ереванского региона. Сб. Науч.трудов конф., посвящ. 60-летию основания НАН РА, 28-31 октября, 2003, г. Гюмри. соавтор Туманян Г.А., с.139-143.

27. Hakhhverdyan Leon, Measurements of P and S Wave Fronts from the Dense Three-Dimensional Array at Garni, Armenia. Bulletin of the seismological Society of America, Vol.84, N4, pp.1089-1096, August 1994, соав. Mori Jim, Filson John, Granswick Edward, Borchardt Roger, Amirbekyan Ruben, Aharonyan Vigen.
28. Hakhverdyan L. A. Petrological and geotectonical situations of seismological and geochemical monitoring realization with the purpose of earthquake prediction in Armenia. Earthquake Prognostics World Forum, Seismic Safety of big cities, Istanbul, September 21-25, 1998, соав. Gevorkyan R.G., Djugaryan K.M
29. Hakhverdyan L. A. International polygon on earthquake monitoring in Garni, Armenia. Earthquake Prognostics International Forum., 9 september 1998, Berlin, p.75, соав. Gevorkyan R.G.
30. Hakhverdyan L. A. Some peculiarities of the earthquakes of the durative formed belts and its impact on building structures. 9th International seminar on earthquake prognostics, september 19-23, 1994, San-Khose, Costa Rica. , соав. Karapetyan, A.I. Khachiyani E.E., Gevorkyan R.G., Sargisyan Kh.H.
31. Hakhverdyan L. A. Determination of areas of dynamic instability spherical lithosphere of a plate. Seismology, earthquake hazard assessment and Earth's interior related topics, october 10-12, 2000, Tehran, I.R.Iran, p.10. , соав. Pashayan R., Davtyan A.
32. Ахвердян Л.А. Тектономагнитные исследования на территории Армении (монография). Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1985., соавтор В.В.Нагапетян, с.220
33. Ахвердян Л.А. Представление и анализ геомагнитного поля территории Кавказа (монография). Изд. "Гитутюн", НАН Армении, Ереван, 1999. соавтор О.Г.Овсебян, с.175.
34. Ахвердян Л.А. Гидрогеодинамические и электроупругие эффекты, предшествующие землетрясениям на территории Армении (монография). Изд. "Гитутюн", НАН Армении, Ереван, 2001. соавтор Пашаян Р.А., с.218.

ԱՄՓՈՓՈՒՄ

Ատենախոսությունում ներկայացված են Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում երկար տարիների ընթացքում իրականացված դաշտային,

գիտափորձարարական, մեթոդական ու տեսական աշխատանքների արդյունքները, նպատակ ունենալով բացահայտել և ուսումնասիրել լեռնային ապարներում մագնիսաառածգական, էլեկտրաառածգական, ինչպես նաև էլեկտրամագնիսական երևույթների առաջացման ու փոփոխությունների օրինաչափությունները՝ կապված երկրաշարժերի օջախների ձևավորման, զարգացման ու կուտակված էներգիայի անջատման (բուն երկրաշարժի) հետ:

Կախված լարումների, ճնշման ու ջերմաստիճանի փոփոխություններից, լեռնային ապարները փոխում են իրենց մագնիսական ու էլեկտրական հատկություններն, ինչն իր արտացոլումն է ստանում երկրի մակերեսում տեղադրված համապատասխան սարքերի գրանցումներում:

Հատկանշական է, որ հատկապես երկրաշարժամետ տարածքներում, տեղի են ունենում զեոդինամիկ պրոցեսներով պայմանավորված միջավայրի առածգական այլաձևափոխություններ, ինչը հանգեցնում է նշմարելի մագնիսաառածգական, էլեկտրամագնիսական և էլեկտրաառածգական երևույթների ի հայտ գալուն: Վերջիններս կարող են վկայել երկրաշարժերի օջախների կազմավորման ու նրանց զարգացման աստիճանի մասին և որոշակի պայմաններում դառնալ երկրաշարժերի կայացման բավականին հուսալի նախանշան:

Իր երկրաբանա-երկրաֆիզիկական առանձնահատկություններով, կատարված ուսումնասիրությունների բազմազանությամբ ու մանրամասնությամբ, կապված նավթի ու գազի որոնումների հետ բազմաթիվ խորը հորատանքների առկայությամբ, մինչև հասանելի խորությունները ներկայացնող ապարների ֆիզիկական հատկությունների ուսումնասիրության մակարդակով, ինչպես նաև երկրաշարժերի օջախների մակերեսից ոչ խորը տեղադրված լինելու հանգամանքով, Արարատյան սեյսմափորձադաշտը ստեղծում է բացառիկ բարենպաստ պայմաններ մագնիսաառածգական և էլեկտրաառածգական երևույթների բացահայտման և ուսումնասիրման համար:

Աշխատանքում ներկայացված է 1980-1985թթ. Էպոխայի համար կազմված նորմալ մագնիսական դաշտի բարտեզը սահմանափակ տարածքի համար, որն իր ճշտությամբ զերազանցում է 1950թ. կազմված քարտեզին և կարող է օգտագործվել տարբեր կազմակերպությունների կողմից, որոնք կատարում են մագնիսաչափական, ինչպես նաև մագնիսաառածգական երևույթների ուսումնասիրություններ Հայաստանի տարածքում:

Յույց է տրված, որ մագնիսական, էլեկտրական և էլեկտրամագնիսական դաշտերի լոկալ փոփոխությունները՝ կապված առածգականության փոփոխությունների հետ, պայմանավորված են տեկտոնական երևույթներով, պահանջում են բարձր ճշտությամբ չափումներ, մասնավորապես գրավիտացիոն և ջերմային մաքսիմալ գրադիենտային

դաշտում, ներառելով հենամագնիսականության և լեռնային ապարների ֆիզիկական հատկությունների տվյալները:

Բացահայտված է, որ որպես երկրաշարժերի երկարաժամկետ նախանշան կարելի է օգտագործել Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում օղակաձև երթուղիով կատարված մագնիսական դաշտի լրիվ վեկտորի բացարձակ չափումները (ΔT_z), որի արդյունքում ստեղծվում է հնարավորություն կրկնվող չափումների ճանապարհով դատել տեկտոնական ակտիվացման մասին տարածության և ժամանակի մեջ: Հաստատված է կապ երկրաշարժի և օղակաձև երթուղիներով կատարված մագնիսական դաշտի չափումների տվյալների միջև: Առաջարկվող մեթոդը և մեթոդական սխեմաների գնահատումը տալիս է հնարավորություն հետազայում կատարել մագնիսաառածակալան էֆեկտների արդյունավետ ուսումնասիրություն Արարատյան սեյսմափորձադաշտի հինգ երթուղիներով:

Տեսական հաշվարկները, որոնք կատարվել են թեք մագնիսացված գնդի համար միակողմանի սեղման ժամանակ, թույլ են տալիս որոշել մագնիսաառածակալան էֆեկտի մեծությունը և մարսիմալ արժեքների դիրքը տարածության մեջ:

Էլեկտրամագնիսական էֆեկտները, որպես երկրաշարժի նախանշանների համար ստացված արդյունքներ, հստակորեն ցույց են տալիս, որ այս խնդրի լուծման համար խիստ անհրաժեշտ է ինչպես Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում, այնպես էլ Հայաստանի Հանրապետության ողջ տարածքում կիրառել Չայնայի-մագնիսաթելուրական գոնդավորման սարքավորումներ:

Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում էլեկտրահաղորդականության ուսումնասիրությունները ցույց են տալիս, որ այդ գոտիների համար ավելի մեծ հետաքրքրություն կարող են ներկայացնել 9-15կմ խորությունները, քանզի երկրաշարժի օջախները գտնվում են նշված խորություններում:

Երկրակեղևի հաղորդիչ գոտիների 20-40 և վերին թիկնոցի 60-100կմ խորություններում լինելու փաստը չի հակասում ներկայումս Կովկասի տարածքի համար գոյություն ունեցող գեոէլեկտրիկ կտրվածքի ներկա պատկերացումներին:

Բերված օրինաչափությունը, կապված էլեկտրական դիմադրության փոփոխության հետ, իրականացված Գառնիի երկրաֆիզիկական դիտարանի տարածքում մոնիտորինգի միջոցով, հիմք է տալիս դրականորեն լուծելու ρ_c -ի պարամետրերի օգտագործման նպատակահարմարությունը երկրաշարժերի ժամանակ՝ որպես նախանշան:

Ցույց է տրված հորատանցքերի հիդրոգեոդինամիկ երևույթների և միջավայրի ապարների էլեկտրական դիմադրության միջև կապը: Նկատվել է, որ գեոէլեկտրիկ նախանշանը կապված է ստորգետնյա ջրերի փոփոխության բնույթի հետ: Էլեկտրաառածակալան էֆեկտների ուսումնասիրման ժամանակ լրացուցիչ մեթոդական և այլ

տիպի սխալներից խուսափելու համար առաջարկվում է մեր կողմից ստեղծված «Գ-տոնի-1» թ, չափող սարքը:

Հաշվի առնելով, որ կրկնվող հարվածների ժամանակ երկրաշարժի օջախները միգրացվում են դեպի մակերես, ապա էլեկտրաատածական էֆեկտների ուսումնասիրությունն այդ ժամանակահատվածում դառնում է ավելի արդյունավետ:

Ենթադրվում է, որ տարածաշրջանի ընդհանուր տեկտոնական երևույթների հետևանքով, Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում հնարավոր է տեղական խզումների ակտիվացում՝ կապված այլաձևափոխությունների հետ, որի անվան տակ կարող ենք հասկանալ տարածության մեջ դիսլոկացիայի և շարժումների զարգացման օրինաչափ համադրում:



1958