

**ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ
ԱԿԱԴԵՄԻԱ**

ԵՐԿՐՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԻՆՍԻՏՈՒՏԸ

ԲՈՅԵՆԱԳՐՅԱՆ ԱՐԹՈՒՐ ՎԼԱԴԻՄԻՐԻ

**ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՏԱՐԱԾՔԻ ՍԵՅՍՄՈՒԿՏԻՎ ԿԱՌՈՒՅՑՆԵՐԻ
ԲԱՑԱՀԱՅՏՈՒՄԸ ԶԵՎԱԿԱՌՈՒՅՑՎԱԾՔՆԵՐԻ ՏՎՅԱԼՆԵՐՈՎ**

ԻԴ 00.01 — «Ոեզիոնալ Երկրաբանություն, Երկրատեկուոնիկա,
հնէաբանություն և շերտագորություն» մասնագիտությանք Երկրաբանական
գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման
ատենախուսության

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

ԵՐԵՎԱՆ – 2005

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК**

БОЙНАГРЯН АРТУР ВЛАДИМИРОВИЧ

**ВЫЯВЛЕНИЕ СЕЙСМОАКТИВНЫХ СТРУКТУР ТЕРРИТОРИИ
АРМЕНИИ ПО МОРФОСТРУКТУРНЫМ ДАННЫМ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геологических наук по специальности
24.00.01 — «Региональная геология, геотектоника,
палеонтология и стратиграфия»

ЕРЕВАН – 2005

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

Землетрясения являются одним из наиболее страшных природных катастроф, которые за несколько секунд могут вызвать гибель десятков и сотен тысяч человек и опустошающие разрушения на огромных территориях.

Большая часть территории Армении находится в зоне повышенной сейсмической опасности, поэтому естественно, что вопросы предсказания места и времени землетрясений находятся в центре внимания специалистов — сейсмологов, геологов и др.

Однако до сих пор не выявлены надежные предвестники землетрясений, которые бы четко указывали на приближение опасного сейсмического события. Поэтому любое новое исследование может помочь специалистам приблизиться в какой-то мере к возможности более надежного предсказания землетрясения и выявления его очага. Не менее важно выявить наиболее сейсмоактивные структуры, где при землетрясении можно ожидать значительные разрушения.

Отсюда понятно обращение к защищаемой теме и выбор территории Армении, которая рассматривается вместе с прилегающими районами, т.к. невозможно при освещении ряда вопросов ограничиться только государственной границей.

Цель и задачи исследования

Основной целью защищаемой работы является показ возможностей морфоструктурного метода анализа рельефа и доказательство его надежности и перспективности путем сопоставления с другими методами. Для достижения этой цели необходимо решить ряд задач:

- составить комплексные геолого-геоморфологические профили через основные орогенные структуры;
- составить морфоструктурную карту;
- рассмотреть новейшую разломную тектонику на основе анализа горизонтального и вертикального расчленения орогенных струк-

- тур и размещения эпицентров сильных ($M=5$ и более) землетрясений;
- составить схемы распределения плотностей линейных элементов и на примере одного из районов Армении показать связь максимума их плотностей с известными разломами;
 - изучить связь размещения полей гелиевых аномалий и потоков рассеяния геохимических элементов с разломной тектоникой.

Фактический материал

В основу настоящей работы положены результаты детального анализа обзорно-топографических карт масштаба 1:500 000 по всей Армении и прилегающим территориям и построенных на их основе морфоструктурной карты и схемы размещения линейных элементов; топографических карт масштаба 1:100000 территории Армении и построенных по ним геолого-геоморфологических профилей. Кроме того, использованы фондовые материалы ВИМСа по гелиметрическим исследованиям и карта потоков рассеяния химических элементов (автор С.А.Григорян, 1981); каталоги землетрясений, результаты компьютерной обработки простираций линейных элементов и многочисленная опубликованная литература.

Научная новизна

Впервые для всей Республики Армения и прилегающих территорий составлены карты в масштабе 1:500 000: морфоструктурная, линейных элементов, активных разломов и эпицентров сильных ($M=5$ и более) землетрясений; выделены наиболее подвижные блоки и блоки относительной стабильности; выявлены активные на новейшем этапе разрывы и характер перемещения по ним:

- *Татевский* (подтвержден морфоструктурным методом), *Сисианский* и *Воротанский взбросо-сдвиги*, разделяющие Мегринскую и Баргушатскую морфоструктуры и их блоки, а также блоки Зангезурского хребта (их достоверность подтверждается по морфоструктурным, гидрографическим, геохимическим и гелиевым данным и по расположению эпицентров землетрясений);
- *Ашоцк-Мцхетский сдвиг* как северо-восточное продолжение известного Сарикамышского активного разлома (его достовер-

ность подтверждается эпицентрами землетрясений, а в пределах Триалетского хребта — также по геоморфологическим данным); с ним, на наш взгляд, связаны левосдвиговые смещения Триалетского и Вираайоцкого хребтов;

- Северо-Севанский субширотный разлом сбросового характера, отделяющий осевую часть Севанского и Мровдагского хребтов-поднятий от его северных отрогов (его достоверность подтверждается по морфоструктурным, гидрографическим и геологическим данным, а также расположением эпицентров землетрясений);
- Тартарский разлом сдвигового характера (выделяется по гидрографическим и сейсмическим данным); по нему, на наш взгляд, произошел левый сдвиг Мровдагского хребта;
- Хаченский, Каркарский, Шамхорский взбросо-сдвиги (подтверждаются комплексом данных); по первым двум отмечается левосдвиговое смещение соседних блоков;
- Западный разлом (подтвержден морфоструктурным методом) сдвигового характера, выделяемый по ряду данных; в рельфе он проявляется в левосдвиговом смещении Месхетского и Триалетского хребтов;
- Халтоарический разлом сдвигового характера (по нему отмечается левосдвиговое смещение Сивричайского и Сивридагского хребтов) и Тортумский взброс (оба этих разлома подтверждаются рядом данных).

Кроме того, установлена тесная связь распределения плотностей линейных элементов, полей размещения гелиевых аномалий и потоков рассеяния химических элементов с сейсмоактивными структурами.

Практическая ценность

Составленные карты и профили можно использовать для сейсморайонирования, решения ряда инженерно-геологических вопросов (в частности, выделенные активные на новейшем этапе развития блоки и разломные зоны, являясь сейсмоопасными, неблагоприятны для строительства различных объектов, т.к. с ними могут быть связаны очаги негативных природных процессов: оползней, обвалов и т.д.). Эти же карты можно использовать и для прогнозных целей.

Работа имеет методический характер, использованные в ней методы можно применить при камеральных исследованиях для выявления сейсмоактивных структур и в других горных областях.

Защищаемые положения

- Морфоструктурный метод анализа рельефа позволил достаточно надежно выявить отдельные тектонические блоки и сейсмоактивные структуры — разломы сдвигово- или взбросо-сдвигового характера и наглядно доказать известное положение о блоковом строении территории Армении..
- Достоверность выявленных морфоструктурным методом сейсмоактивных структур доказывается комплексным геохимическим анализом, включающим сочетания ореолов рассеяния рудных и петрогенных элементов и распределения поля гелия по всей территории Армении.
- Блоки земной коры в пределах рассматриваемой территории испытали за последний этап (плиоцен – голоцен) своего развития дифференцированные подвижки различной амплитуды. Их границы нередко являются одновременно активными разломами, в пределах которых сосредоточены эпицентры землетрясений. При этом чем больше раздроблен блок земной коры, тем он менее устойчив при землетрясениях.
- Выполненный комплекс исследований может стать надежным методом выявления степени сейсмоактивности разломных структур и быть применен при оценке сейсмичности изучаемой территории.

Апробация работы

Результаты исследований докладывались на Международных конференциях по землетрясениям (Yerevan, 1998; 2004), по фундаментальным наукам “Ломоносов” (Москва, МГУ, 2001); а также опубликованы в сборниках конференций в Бергене (Норвегия, 1999), Анкаре (Турция, 1999), Ереване (2001, 2005), Барнауле (2001) и Новосибирске (2004).

Публикации

По теме диссертации опубликовано 13 работ, из них 7 — самостоятельно и 6 — в соавторстве.

Структура и объем работы

Диссертация общим объемом 112 стр. состоит из введения, четырех глав, выводов, 30 рисунков (схемы, карты, профили), одной таблицы и списка использованной литературы из 175 наименований.

Работа выполнена на кафедре минералогии, петрографии и геохимии геологического факультета Ереванского государственного университета.

На разных этапах работы автору оказывали поддержку в поисках материалов по геохимии главный геолог Управления геологии Министерства экологии РА, канд. геол.-мин. наук Э.Х.Харазян, канд. геол. наук Г.М.Петросян, канд. геол.-мин. наук С.А.Григорян и др. Всем перечисленным лицам автор выражает свою глубокую признательность.

Автор признает, что в процессе работы над данной диссертацией ему пригодились знания, полученные на кафедре исторической и региональной геологии, а также советы и рекомендации профессоров и преподавателей кафедры во время подготовки магистерской диссертации, за что выражает им свою искреннюю признательность.

Искреннюю признательность автор выражает своему научному руководителю — заведующему кафедрой минералогии, петрографии и геохимии ЕГУ, доктору геолого-минералогических наук, профессору Р.Г.Геворгяну за постоянное внимание и ценные советы.

Автор признателен также К.Р.Чобанян, А.С.Мкртчян, Г.Р.Фанян, Н.В.Манукян и А.А.Нагапетян, выполнивших все графические работы и первоначальный набор текста.

Глава первая. Состояние изученности новейшей тектоники и сейсмичности территории Армении

Вопросы тектоники (в том числе и новейшей) и сейсмичности территории Армении и отдельных ее частей, а также в целом всего Армянского нагорья рассматриваются в многочисленных публикациях (Г.В.Абих, А.Т.Асланян, С.Ю.Баласанян, С.П.Бальян, Л.А.Варданянц, А.А.Габриелян, Н.К.Карапетян, А.С.Карабахян, Е.Е.Милановский, С.Н.Назаретян, Ф.Ф.Освальд, О.А.Саркисян, Г.П.Симонян и многие другие). Интересные публикации по названным выше вопросам имеются у А.С.Аванесяна, П.Г.Алояна, А.В.Варданяна, К.А.Мкртчяна, Э.Х.Харазяна и др.

Многими исследователями отмечается блоковое строение территории Армении и в целом всего Армянского нагорья (Асланян, 1958; Бальян, 1969; Волчанская и др., 1971; Габриелян, 1985, 1988; Габриелян и др., 1981; Карапетян Н., 1987, 1988; Милановский, 1962, 1968; Освальд, 1916; Саркисян, Волчанская, 1973; Симонян, 1989, 1990, 1991, 2001 и многие другие).

Отмечается, что дифференцированные вертикальные движения блоков проявляются в деформациях древних уровней планации и речных террас, возникновении разновысотных уровней выравнивания и т.п. (Бальян, 1969).

Данные высокоточных нивелировок свидетельствуют, что и на современном этапе тектонические движения происходят дифференцированно. Поднятия отмечаются для Арагата, Гегамского вулканического массива (до 8-10 мм/год), южной части Джавахетского нагорья (20-25 мм/год), Капанского блока (до 9 мм/год), Зангезурского хребта (6-8 мм/год). В то же время Севанский грабен, система Памбакских впадин, Ширакская впадина и другие отстают по темпу поднятий (Бабаян, 1984; Бальян и др., 1989; Карта современных вертикальных движений..., 1986; Лилиенберг, 1988; Оганисян и др., 1987; Оганесян, 1998 и др.).

Отмечается, что во всем регионе, где расположена и Армения, происходит действие сменяющегося по времени механизма “сжатие–растяжение” (Лилиенберг, Ященко, 1989), которое проявляется в направленности вертикальных тектонических движений.

На территории Армении выделяются несколько неотектонических зон (Симонян, 2001), которые отличаются друг от друга степенью неотектонической активности, сейсмичностью, наличием или отсутствием плиоцен-четвертичного вулканизма.

В последние 10-15 лет большое внимание уделяется активным разломам. На территории Армении к активным разломам А.С.Караханян (1995) относит Азат-Севанский, Гарнийский, Памбак-Севанский, Желтореченско-Сарикамышский, Ахурянский, Араксинский.

С активными разломами связаны большинство сильных и разрушительных землетрясений, эпицентры которых группируются в зоны. Последние отличаются друг от друга своей сейсмической активностью и геологическими условиями. Эти зоны охарактеризованы довольно детально в научных публикациях (Аванесян, Саркисян, 1999; Аванесян и др., 2004; Габриелян и др., 1981; Карапетян, 1986, 1987, 1990; Карапетян и др., 1968 и др.)

Глава вторая. Морфоструктурный метод изучения новейшей тектоники и сейсмичности.

Данный метод основан на детальном анализе комплексных геолого-геоморфологических профилей, морфоструктурной карты и распределения плотностей линейных элементов.

Комплексные геолого-геоморфологические профили построены по методу Н.П.Костенко (1972), который предусматривает профилирование основных орогенных структур по их водоразделам с учетом степени сохранности фрагментов склонов и днищ региональных врезов. Геоморфологические профили строятся с некоторым искажением вертикального масштаба при соответствии горизонтального масштаба масштабу карты. На геологических профилях вертикальный масштаб соответствует горизонтальному.

После построения профиля и проведения линии, обобщающей глубину эрозионного расчленения горного сооружения, определяются уровни эрозионного вреза, перекосы отдельных блоков, наличие ослабленных зон и разломов.

В качестве вспомогательной для составления морфоструктурной карты строится карта морфоизогипс, представляющая собой обобщенное изображение крупных черт рельефа.

Выделяемые морфоизогипсами крупные неровности рельефа могут соответствовать выраженным в рельфе тектоническим структурам разного порядка или литологически обусловленным неровностям денудационного рельефа.

Морфоизогипсы тектонического рельефа предлагаются именовать тектоизогипсами (Шубина, Аристархова, 1965). Тогда карта тектоизогипс помимо отражения структур разных порядков обоих знаков, позволяет выявлять также положение ряда новейших тектонических нарушений. Последние в зависимости от их ориентировки выражаются сгущением спрямленных морфоизогипс, коленчатым изгибом или резким изменением направления ряда морфоизогипс, а также последовательным их сближением.

Рисунок морфоизогипс помогает выделить в пределах орогенной структуры отдельные блоки разных размеров, их пространственные соотношения и величину поднятий за плиоцен-голоценовый этап развития.

В дополнение к геолого-геоморфологическим профилям и морфоструктурной карте для выявления сейсмоактивных структур в работе рассматривается и распределение плотностей линейных элементов, в качестве которых нами отбирались по карте масштаба 1:500 000 прямолинейные элементы разного происхождения (геоморфологические, гидрографические, гидрогеологические и т.п.) длиной более 1 см, что соответствует 5 км на местности, т.е. это достаточно протяженные структуры, отражающие на поверхности разрывные нарушения или зоны трещиноватости горных пород и их дробления.

По выделенным линейным элементам разной ориентировки составлены схемы распределения их плотностей при помощи компьютерных программ TSLinea версии 3.2 и GRASS.

На этих схемах по максимальным значениям плотностей линейных элементов трассируются предполагаемые разломы.

Глава третья. Новейшая тектоника и сейсмичность территории Армении по данным морфоструктурных исследований

В данной главе на основе анализа морфоструктурной карты (рис.1) и комплексных геолого-геоморфологических профилей выявлены отдельные тектонические блоки в пределах крупных орогенных структур, определены перекосы и суммарные поднятия этих блоков, их границы и разрывные нарушения. Границы структурных форм (блоков разных размеров) обычно представляют собой ослабленные зоны, т.е. зоны разломов, повышенной

трещиноватости и раздробленности горных пород, их гидротермального изменения. Эти ослабленные зоны в большинстве случаев освоены речными долинами.

Карта дает представление о положении новейших поднятий и их горизонтальном расчленении, продольные геолого-геоморфологические профили — о вертикальных деформациях предорогенной и раннеорогенной поверхности, а поперечные профили — о характере сопряжения хребтов-поднятий и долин-впадин.



Рис. 1. Морфоструктурная карта Республики Армения и прилегающих территорий.

На территории Армении и прилегающих регионов выделяются следующие основные хребты-поднятия: Месхетский, Триалетский, Вираайоц (Сомхетский), Базумский, Памбакский, Ширакский, Цахкуняцкий, Миапорский, Севанский, Мровдагский, Вайкский, Баргушатский, Мегринский, имеющие в основном широтное и субширотное простиранье, а также Карабахский и Зангезурский, вытянутые в меридиональном или близком к нему направлениях.

Хребты-поднятия разделены многочисленными межгорными впадинами, заполненными мощной толщей неоген-четвертичных отложений, а также долинами-впадинами крупных рек, освоивших ослабленные зоны.

В работе дается детальная характеристика хребтов-поднятий и ряда впадин, показана их раздробленность на блоки разных размеров, определены максимальные амплитуды их вздымаений за последний (плиоцен -

голоцен) этап развития. Наибольшего значения (до 3300-3800м и более) она достигает в пределах Мровдагского и Зангезурского хребтов-поднятий, а наименьшего (до 2500-2800м) — в пределах Вираайоцского, Карабахского, Месхетского и Триалетского.

Отмечаются интенсивная деформация предорогенной поверхности выравнивания и ее наклон, а также крупные изгибы этой поверхности.

Мегаблоки подразделяются на блоки меньших порядков по ослабленным зонам, которые нередко представляют собой разломы земной коры. По ним происходили вертикальные подвижки блоков амплитудой до 400-500м.

По межблоковым разрывам в отдельных случаях отмечается размещение эпицентров сильных землетрясений, т.е. они выступают как активные разломы. Отсюда, межблоковые разрывы (границы блоков разных размеров, особенно крупных блоков) можно рассматривать в качестве потенциально опасных с точки зрения формирования очагов сильных землетрясений и поэтому их следует учитывать при сейсморайонировании той или иной территории.

Сейсмоопасными являются также сильно раздробленные мегаблоки, в то время как монолитные их разновидности довольно устойчивые.

Анализ поперечных геолого-геоморфологических профилей позволил выявить неравномерный характер воздымания хребтов территории Армении и прилегающих регионов. Выделяемые на склонах ступени являются остатками днищ разновозрастных долин.

Отмечается также расширение хребтов-поднятий в процессе их воздымания за счет сокращения ширины долин-впадин, т.к. периферийные участки впадин последовательно вовлекаются в этот процесс.

На основе анализа морфоструктурной карты (рис.1) и карты активных разломов и эпицентров сильных землетрясений (рис.2) выделен ряд новых разломов, которые предположительно являются активными (трассируются эпицентрами сильных землетрясений, геоморфологическими, гидрографическими и другими данными), или подтверждены известные разломы (например, Татевский, Западный и др.). Так, в Сюнике выделены три разлома антикавказского простирания: *Татевский*, *Сисианский* и *Воротанский*. Их достоверность подтверждается геоморфологическими, гидрографическими, геохимическими данными и эпицентрами землетрясений. Все эти три разлома представляют собой, по-видимому, взбросо-сдвиг. Они отчетливо проявляются по спрямленным участкам речных долин (ослабленные зоны), ко-

торые соответствуют границам блоков Зангезурского хребта. К ним приурочены оползни, поля гелиевых аномалий и аномалии размещения геохимических элементов. К узлу пересечения Татевского разлома с Хуступ-Гиратахским разломом приурочены эпицентры Татевских землетрясений 895, 915, 1308 и 1138гг.

Еще один активный разлом (*Ашоцк-Мцхетский*) выделяется на северо-западе Армении от Ашоцка на северо-восток до границы с Грузией и далее до Мцхеты. Он представляет собой северо-восточное продолжение известного Сарикамышского активного разлома. К нему приурочены эпицентры землетрясений 1318г. ($M=5.5$), 1913г. ($M=5.3$), 1923г. ($M=5.2$), 1935г. ($M=5.0$) и 1940г. ($M=5.1$); в пределах Триалетского хребта он выделяется также по геоморфологическим данным и разделяет соседние разновысотные блоки; по нашему мнению, с ним связаны левосдвиговые смещения Триалетского и Вираайцского хребтов.

За пределами Армении, на прилегающих к ней территориях, на основе морфоструктурных исследований выделен ряд активных разломов общекавказского (Северо-Севанский, Тартарский) и антикавказского (Шамхорский, Хаченский, Каркарский, Западный и др.) простираций.

Северо-Севанский активный разлом протягивается от Агств-Разданского разлома, который выделяет Н.П.Костенко (Костенко и др., 2001), на ВЮВ и на участке широтного простирания р.Тартар (Тертер) он, по-видимому, стыкуется с восточным продолжением параллельного к нему Памбак-Севанского активного разлома, т.е. с Тартарским разломом.

Северо-Севанский разлом отделяет осевую часть Севанского хребта-поднятия от его северных отрогов и хорошо дешифрируется по топографической карте и космическим снимкам по северным вогнутым перегибам склонов блоков Мровдагского хребта, широтному простиранию русел рек в их верховьях, линейному расположению мест слияния притоков, полосе гидротермально измененных горных пород, а также по эпицентрам землетрясений 1139г. ($M=6.3$) и 1954г. ($M=5.0$). Разлом имеет сбросовый характер.

Тартарский активный разлом выделен нами на основе гидрографических (спрямленный участок одноименной реки) и сейсмических (эпицентры землетрясений 1122, 1235гг.) данных. По нему, по нашему мнению, произошел левый сдвиг Мровдагского блока.

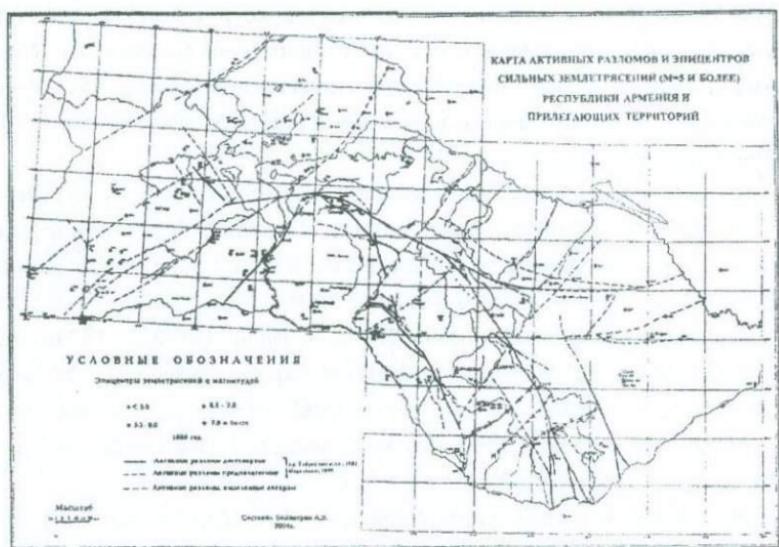


Рис. 2. Карта активных разломов и эпицентров сильных землетрясений ($M=5$ и более) Республики Армения и прилегающих территорий.

Шамхорский, Хаченский и Каркарский разломы выделены по морфоструктурным и гидрографическим данным, а также по эпицентрам землетрясений: Хаченский (1902г., $M=5.2$), Каркарский (1851г., $M=6.9$; 1861г., $M=6.6$; 1867г., $M=6.3$), Шамхорский (1954г., $M=5.0$) (Бойнагрян А., 2004; Воянагрян А., 2004) и имеют, по-видимому, характер взбросо-сдвига. По двум последним в рельефе отмечается левосдвиговое смещение соседних блоков.

Западный разлом выделен по геоморфологическим и гидрографическим данным независимо от Н.П.Костенко (Костенко и др., 2001). Он хорошо дешифрируется по морфоструктурной карте и проявляется в рельефе в левосдвиговом смещении Месхетского и Триалетского хребтов (рис.1).

В юго-западной части рассматриваемого региона выделен еще ряд разломов. Один из них — это юго-западное продолжение разлома, предположительно выделенного А.С.Караханяном и простирающегося от с.Нардевани через оз.Карцахистба и вершину Зиярет (2541м) до долины р.Олту; эта часть разлома разделяет Сивричайский и Сивридагский хребты и подчеркивается эпицентрами землетрясений 1688, 1718 и 1779гг. (все с $M=6.5$); про-

должается далее в Халтоарическую котловину, где расположены эпицентры землетрясений 1660г. ($M=6.5$) и 1859г. ($M=6.4$). Разлом (назовем его *Халтоарическим*) имеет характер сдвига. В рельефе он проявляется в левосдвиговом смещении вышеизложенных хребтов-поднятий.

На западе Сивричайско-Сивридагский крупный мегаблок отделяется от вулканического плато массива Онусбаба *Тортумским разломом* (освоенным одноименной рекой), к узлу пересечения которого с Халтоарическим разломом приурочены эпицентры землетрясений 1688, 1718 и 1779гг. (все с $M=6.5$). Тортумский разлом имеет характер взброса.

Таким образом, морфоструктурный анализ рельефа является достаточно надежным методом выявления сейсмоактивных структур.

Глава четвертая. Геохимические методы изучения новейшей тектоники и сейсмичности территории Армении

Геохимические методы в сейсмологии стали применяться с 60-х годов XXв., когда были выявлены аномалии в содержаниях газов перед землетрясениями.

В настоящей работе детально рассмотрены свойства гелия как геохимического индикатора для выявления активных разломов, а также закономерности распространения потоков рассеяния химических элементов для тех же целей.

Гелиевым методом хорошо выявляются глубинные долгоживущие разрывы, по которым отмечаются современные движения земной коры (Башорин, 1980).

Водногелиевые аномалии обычно связаны и с субвертикальными, и с наклонными разломами, хорошо проявляющимися в рельефе и особенностях речной сети.

К настоящему времени выявлен ряд закономерностей формирования гелиевых аномалий, связанных с очаговыми зонами землетрясений: гелиевые аномалии в подземных водах являются элементами газогидрогеохимического поля, связанного с действием эндогенной геодинамической системы; водногелиевые аномалии локализованы в узлах сопряжения глубинных разломов длительного развития и имеют вид локальных струй: гелиевое поле в подземных водах сейсмоопасных районов имеет динамический характер, обусловленный неравномерным поступлением гелия с глубины, а

также сезонной цикличностью гидродинамических процессов у поверхности Земли и т.п.

Эти особенности геохимии гелия и формирования его аномалий в подземной гидросфере определяют высокую эффективность гелиевого метода при изучении сейсмоактивных регионов. Он может дать новую дополнительную информацию, важную в сейсмотектоническом отношении. Так, узлы сопряжения глубинных разломов, трассируемые водногелиевой съемкой, относятся к участкам, где происходили наиболее сильные землетрясения.

Гелий как чуткий геохимический индикатор "дыхания" мантии является потенциально весьма информативным предвестником времен подготовки землетрясений, что и подтверждается многочисленными наблюдениями.

По данным площадного распределения гелия можно изучать проницаемость земной коры путем выделения блоков, зон и участков разной проницаемости. Зоны повышенной проницаемости связаны с активными глубинными разломами и характеризуются в поле гелия протяженными, линейно-вытянутыми ореолами повышенных значений его концентраций. В пределах этих зон поле гелия нередко резко дифференцированное, представленное чередованием ореолов различной интенсивности.

Отмечается хорошее соответствие разломов, выделенных по гелиеметрическим данным, с разломами, показанными на геологических картах и специальных картах разломов, а также выявленных морфоструктурным методом, что подтверждает перспективность использования водногелиевого метода при изучении того или иного региона в сейсмотектоническом отношении.

При поисках месторождений полезных ископаемых широко применяется анализ аномалий геохимических полей, который доказал свою эффективность. В то же время, фактически, не изучалась связь потоков рассеяния химических элементов с разломной тектоникой, в частности, с новейшей тектоникой и активными разломами. Поэтому в работе сделана попытка проследить наличие или отсутствие такой связи путем сопоставления геохимической карты территории РА, составленной С.А.Григоряном в 1981г. по потокам рассеяния с морфоструктурной картой и картой активных разломов (все карты предварительно приведены к масштабу 1:500 000). Одновременно по данным С.А.Григоряна (1982) была составлена карта групп

геохимических классов: первая группа объединяет классы с преобладанием меди и бария; вторая группа объединяет классы с преобладанием свинца и цинка; третья группа — с преобладанием железа, кобальта, никеля, хрома и ванадия; четвертая группа — с преобладанием молибдена и меди.

Совместный анализ всех этих карт дал довольно интересные результаты.

Отмечается трассирование ряда разломов геохимическими аномалиями — Мармарицкого, Дебаклинского, Агстев-Разданского и др. На простирание Мармарицкого разлома указывает цепочка аномалий группы геохимических классов с преобладанием Fe, Co, Ni, Cr и V. Южная часть Агстев-Разданского разлома подчеркивается резким контактом по прямой линии первой и третьей групп геохимических классов, а северная часть разлома — полем аномалий первой группы. Так же четко трассируется разлом вдоль СВ побережья оз. Севан — контакт второй и третьей групп геохимических классов по прямой линии.

Несколько иначе трассируется Дебаклинский разлом. Здесь среди широкого поля ССЗ простирания выделяются аномалии с высокими содержаниями молибдена, меди и сопутствующих элементов, как бы "сидящие" на Дебаклинском разломе, но с широтной ориентировкой, не совпадающей с направлением разлома, что было замечено еще С.А.Григоряном (1982). На наш взгляд, эти аномалии связаны с поперечным разломом, разделяющим Мегринскую и Баргушатскую морфоструктуры друг от друга и центральный блок последней от ее северного блока, а также блоки Зангезурского хребта.

По линии поперечного разлома, разграничитывающего тектонические блоки Халабского, Иджеванского и Гугарацского хребтов, контактируют аномалии с высокими содержаниями марганца, меди и цинка с одной стороны и меди, свинца, бария, молибдена — с другой. При этом северная аномалия (марганец, медь, цинк) имеет простирание, совпадающее с межблочным разломом, выделенным по геоморфологическим данным.

По разлому СВ простирания, освоенному долиной р. Арпа, отмечается сосредоточение геохимических классов с преобладанием свинца и цинка.

Таким образом, геохимические методы (изучение приповерхностного поля гелия и размещения аномалий химических элементов) в определенной степени позволяют выделить ряд разломов, которые являются путями восходящей миграции вещества, что подчеркивает их активность и возможность формирования в их пределах очагов землетрясений.

Выводы

В результате проведенных исследований получен ряд выводов, основные из которых следующие.

- Морфоструктурный метод изучения рельефа позволяет наглядно доказать известное положение о блоковом строении территории Армении и продемонстрировать последствия неравномерных взды маний блоков — их перекосы в поперечном и продольном сечениях с формированием асимметричных горных сооружений. Одновременно ряд хребтов-поднятий (Арагуни в Армении, Месхетский и Триалетский в Грузии) приобрел сводообразный характер при глыбовом внутреннем их строении.
- Границами морфоструктур в большинстве случаев являются зоны крупных разломов. Вертикальная амплитуда перемещений блоков по этим разломам за новейший этап развития местами достигает 500м и более.
- Эпицентры землетрясений группируются на границах областей новейших структур, испытывающих движения противоположных направлений (поднятия и опускания), и в пределах сильно раздробленных мегаблоков земной коры, что подчеркивает дискретность распределения очагов землетрясений и позволяет рассматривать тот или иной блок как потенциально сейсмоактивную структуру.
- Отмечается хорошее соответствие разломов, выявленных морфоструктурным методом, с разломами, выделенными по гелиеметрическим данным и размещению аномалий химических элементов, что подтверждает надежность и перспективность использованного метода.
- Надежность морфоструктурного метода выявления сейсмоактивных структур подтверждается и полученными путем компьютерной обработки линейных элементов рельефа рассматриваемой территории схемами их плотностей, максимальные значения которых соответствуют простирациям разломов.
- Морфоструктурный метод позволяет выявлять сейсмоактивные структуры в камеральных условиях и поэтому он гораздо дешевле

полевых работ, что немаловажно в современных экономических условиях Армении.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. Boynagryan V.R., Boynagryan B.V., Boynagryan A.V. Lineament network and active faults of Armenia and bordering territories (retrospective analysis for evaluation of degree of seismic risk) // Abstracts of papers of the II International conf. on "Earthquake hazard and seismic risk reduction". Yerevan, 1998, p.297.
2. Boynagryan A.V. Computer aided analysis of lineaments and active faults and seismic risk assessment // SDEE 99 session volumes of abstracts. Session 2, Bergen, Norway, 1999, p. 4.
3. Boynagryan V.R., Boynagryan B.V., Boynagryan A.V. Detection of active faults and unstable blocks of the Armenian highland for seismic risk assessment and prevention of dangerous consequences of strong earthquakes // Abstracts of papers of the International Workshop on recent earthquakes and disaster prevention management. Ankara, Turkey, 1999, p. 10.
4. Бойнагрян В.Р., Бойнагрян А.В. Воздействие тектоники плит на рельеф Армянского нагорья // Докл. XXVI Пленума Геоморфологической комиссии РАН "Геоморфология Центральной Азии". Барнаул, 2001, с. 45-49.
5. Бойнагрян А.В. Линеаментная сеть Армянского нагорья // Материалы VIII Междунар. конфер. студентов и аспирантов по фундаментальным наукам "Ломоносов". Москва, МГУ, 2001, вып. 6, с.102.
6. Бойнагрян А.В. Геологические границы // Тез. докл. Междунар. конфер. "Проблемы геоморфол. и неотектон. горных областей Альпийско-Гималайского пояса ". Ереван, 2001а, с.12-13.
7. Boynagryan A.V. Lineaments and active faults of the Armenian highland // Тез. докл. Там же . Ереван, 2001, с. 63-64.
8. Бойнагрян А.В. Блоковое строение Восточный Понт-Малокавказского региона и распределение эпицентров сильных землетрясений // Тез. докл. Всеросс. конф. "Рельефообр. процессы; теория, практика, методы исслед.". Новосибирск, 2004, с. 45-46.
9. Бойнагрян А.В. Геворгян Р.Г., Башорин В.Н. Связь водногелиевых аномалий территории Республики Армения с разломами// Матер. конфер.

- “Основные проблемы географии Южного Кавказа и прилегающих регионов. Ереван, 2005, с.58-59.
10. Бойнагрян А.В. Геворгян Р.Г., Григорян С.А. Закономерности распространения потоков рассеяния химических элементов территории Республики Армения и их связь с разломной тектоникой // Матер. конфер. “Основные проблемы географии Южного Кавказа и прилегающих регионов.” Ереван, 2005а, с.59-61.
 11. Бойнагрян В.Р. Шипано Б.В., Бойнагрян А.В. Картографирование территории Армении для определения ее геологической безопасности // Там же. Ереван, 2005, с.258-260.
 12. Бойнагрян А.В. Комплексная оценка неотектонических и петролого-геохимических аспектов состояния геодинамики очагов природных бедствий в пределах Восточный Понт – Малокавказского региона // Там же. Ереван, 2005, с.55-57.
 13. Boynagryan A.V. Fault neotectonics in the territory of Armenia and distribution of earthquake epicenters // Abstracts of papers of the V general assembly of Asian seismological commission. Yerevan, 2004, p. 121-122.

ԱՍՓՈՓՈՒՄ

Հայաստանի տարածքի և հարակից շրջանների համար կատարվել է ուժինի ձևակառուցվածքային վերլուծություն: Հաստատվել է դրանց սահմաններում երկրակեղեղի բեկորային կառուցվածքի հայտնի դրույթը: Առանձնացվել են առավել շարժունակ, ինչպես նաև համեմատարար կայուն բեկորները, բացահայտվել են նորագույն փուլում ակտիվ խզվածքները և դրանցով բեկորների տեղաշարժման բնույթը: Հայաստանի սահմաններից դուրս դիտվել է մի շարք հայտնի ակտիվ խզվածքների տարածումը և առանձնացվել են նոր ակտիվ խզվածքներ (Հյուսի-Սևանյան, Թարթառի, Խաչենի, Կարկառի և այլն):

Հաստատվել է երկրաբիմիական տարրերի տարածման հոսքերի, հելիումային անոնականների դաշտերի տեղաբաշխման և գծային տարրերի խտության սերտ կապը սեյսմոակտիվ կառուցյունների հետ:

Հիմնական օրոգրաֆիական կառույցներով կազմվել են հատուկ երկրաբանագեոնորֆոլոգիական երկայնակի ու լայնակի կտրվածքներ: Կազմվել են ձևակառույցների, ակտիվ խզվածքների, ուժգին ($M>5$ և ավելի) երկրաշարժների 1:500000 մասշտարի քարտեզներ: Այդ քարտեզները և կտրվածքները կարենի է օգտագործել կանխատեսման, սեյսմաշրջանացման, մի շարք ինժեներակրաբանական հարցերի լուծման և այլ նպատակներով:

Նշված է, որ ռելիեֆի ձևակառուցվածքային վերլուծությունը, ինչպես նաև հելիումային անոնմալիաների տեղաբաշխման և ~~բարեկարգ~~ բիմիական տարրերի հոսքերի տարածման ուսումնասիրությունը հանդիսանում են սեյսմոակտիվ կառույցների բացահայտման հուսալի մեթոդ:



1954