

Исходя из изложенного выше предположения, зарегистрированные на последнем блоке (по направлению сигналов) акустические сигналы будут иметь не только повышенную амплитуду (по сравнению с первым блоком), не только собственные частоты последнего блока, но и позволят «увидеть» собственные частоты первых блоков. Таким образом, для определения места установки прогностической станции сигналы, зарегистрированные на последнем блоке, будут играть основную роль при изучении частотной характеристики и оценки возможности приема акустических сигналов определенного частотного диапазона.

Однородный массив пород может реагировать на различные геодинамические явления, связанные с тектоническими, приливными, техногенными и другими процессами. Такой массив будет также реагировать на предвестники землетрясений.

В массивах горных пород происходит трещинообразование, – которое приводит к образованию импульсов акустической эмиссии, – накопление энергии, – которое приводит к низкочастотным колебаниям, и микроземлетрясения, – которые приводят к естественному снятию напряжений в микро- и макро- очагах. Во время образования микроземлетрясений происходят высокочастотные колебания. Изучение строения массивов горных пород в качестве основания для установки мониторинговых прогностических станций является важнейшей задачей прогноза.

Рассмотрим три различных массива пород, в которых были установлены мониторинговые станции. Для сравнения полученных акустических сигналов на всех трех станциях, наблюдения проводились одновременно на всех трех блоках идентичными по своим характеристикам регистраторами.

Для эксперимента было выбрано три блока (рис.). Все три блока располагались на одинаковом расстоянии от очагов землетрясения. По всем трем блокам были рассчитаны спектры по трем предвестникам каждого из трех землетрясений в одно и тоже время (по всем трем станциям) и вынесены друг на друга для каждой станции.

Первым блоком служил массив коренных пород (по высыпкам – предположительно граниты), который, судя по рельефу, представлял собой крупный целик. На нем устанавливалась станция ГНОМ №17.

Вторым блоком являлся разбитый на меньшие блоки (до 5-ти различных размеров) массив. На этом блоке устанавливалась станция ГНОМ №5.

Третьим блоком (ГНОМ №3) служил массив надвинутых на первые два блока пород, который судя по спектрам был наиболее разрушен: 6-7 подблоков.

Очевидно, что наиболее пригодным для установки прогностической станции является первый блок. В этом блоке можно изучать частотный интервал 45-90 Гц без разделения на подинтервалы. Более низкие частоты 5-22 Гц в первый массив приходят с большей энергией и в более широком интервале частот.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глинская Н.В., Паламарчук В.К., Прялухина Л.А. Модель активной среды чувствительной к слабым предвестникам // Изменяющаяся геологическая среда: пространственно-временные взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов: Материалы Международной конференции: в 2 т. Т.1. Казань: Изд-во Казанск. Гос. Ун-та, 2007г. – с.226.
2. Паламарчук В.К., Глинская Н.В. Способ краткосрочного прогноза удалённых землетрясений по медленным акустическим волнам // Изменяющаяся геологическая среда: пространственно-временные взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов: Материалы Международной конференции: в 2 т. Т.1. Казань: Изд-во Казанск. Гос. Ун-та, 2007г. – с.269.

ОТРАЖЕНИЕ ГЛУБИННЫХ СТРУКТУР В НОВЕЙШИХ ДЕФОРМАЦИЯХ РЕЛЬЕФА (на примере различных геодинамических регионов)

Панина Л.В., Зайцев В.А.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, panina53@mail.ru, vzaitsev@mail.ru

Рельеф является чутким индикатором глубинных процессов. Изучение рельефа позволяет выявлять новейшие структуры, определять их морфологию, устанавливать взаимосвязи и соотношения с глубинными деформациями и тенденции развития на современном этапе. Структурно-геоморфологические исследования, дополненные расчетом амплитуд тектонических движений по back-stripping методике, использование компьютерных технологий и привлечение разного рода геолого-геофизических материалов являются весьма эффективными при проведении неотектонических построений в районах с различной геодинамической активностью.

Наиболее четко взаимосвязи рельефа с глубинными процессами прослеживаются в орогенных областях. Классическим примером может служить ороген Большого Кавказа, выраженный в рельефе асимметричным сводово-блоковым поднятием с пологим северным и крутым южным склонами. В его пределах отчетливо выявляются три сегмента: наиболее широкий западный (до меридиана р. Черек), объединяющий самые высокие хребты; цен-

тральный (до р. Терека), соответствующий самому узкому участку горного сооружения; и восточный включающий “выступ Дагестанского клина”. Центральное положение занимает субширотное горстообразное поднятие с амплитудами 3,5-4 и более километров. С севера и юга его обрамляют внутренние и внешние системы складчато-блоковых поднятий и впадин, формирующие склоны орогена (амплитуды 2,5-3 и 1-2,5 км). Последние граничат с предгорными и межгорными впадинами, испытывающими на современном этапе существенное сокращение за счет активного разрастания горного сооружения.

Проведенными структурно-геоморфологическими исследованиями выявлена продольная и поперечная зональность, выражающаяся в сочетании разноамплитудных блоков рельефа, ограниченных «слабыми зонами» [3]. Наиболее протяженные из них объединяются в так называемые «шовные зоны» продольной ориентировки [5], которые зачастую представляют собой разломы (надвиги, взбросы, сбросы), установленные геолого-геофизическими методами. Одной из таких шовных зон является Главный Кавказский надвиг, ограничивающий с юга серию блоков одноименного хребта с максимальными абсолютными отметками и подчеркивающий его асимметричное строение. Другая субширотная Пшекиш-Тырныаузкая зона разрабатывается долиной реки Малки и отчетливо трассируется в рельефе. Уверенно дешифрируется на топографической карте и флексурно-разрывные зоны, приуроченные к границам орогена с предгорными и межгорными впадинами. На Северном Кавказе – это Ахтырский, Владикавказский разломы, надвиг Предгорного Дагестана, прослеживающиеся по геофизическим данным на значительную глубину. Так, Ахтырский разлом продолжается глубоко в мантию [10], а в мезозой-кайнозойских комплексах интерпретируется как крупный надвиг, заложившийся на орогенной стадии развития. Флексурами выражена в рельефе южная граница Большого Кавказа с Рионской и Куринской впадинами. Этим флексурам на глубине соответствуют системы надвигов и взбросов с северным падением сместителей, по которым южный склон орогена Большого Кавказа надвинут на впадины. Находят отражение в рельефе и надвиги, установленные последними данными бурения и геофизики [8].

Северо-западные и северо-восточные диагональные зоны разрывы сдвигового типа часто разрабатываются реками. К числу наиболее протяженных левосдвиговых деформаций северо-восточного простирания относятся: Баксанская, смещающая поднятие Большого Кавказа; зона разрывов, ограничивающая Дзирульский массив с востока и простирающаяся в юго-западном направлении вдоль долины р. Чорох, фрагмент которой описан ранее как Цхинвальско-Кабардинский разлом [4]; зона, расположенная к востоку от Варандинской антиклинали в Дагестане, где наблюдается резкое изменение простирания субширотных структур Дагестанского клина и др. Помимо северо-восточных отчетливо дешифрируются в рельефе и зоны сдвигов северо-западного простирания, как правило, правосторонних: Восточно-Дагестанская, Датыхско-Ахловская, Предмалокавказская, Сухумская, Восточно-Черноморская и др. Их комбинации ограничивают жесткие мегаблоки, как например, Дагестанский, Владикавказский, Дзирульский.

Субмеридиональные зоны разрывов также хорошо выражены в рельефе и подтверждаются глубинными исследованиями (Анапская, Новороссийская и др.). Многие являются унаследованными от мезозойского этапа развития, что установлено анализом фаций и мощностей. Геленджикская, Туапсинская, Пшехско-Адлерская, Новоафонская, описанные ранее как поперечные флексуры [4], интерпретируются как сдвиги. Для некоторых из них (Анапская, Пшехско-Адлерская) по решению механизмов очагов землетрясений установлена взбросово-сдвиговая кинематика [11]. Наряду с блоковыми деформациями, в рельефе выявляются и молодые растущие поднятия, что наблюдается на юго-западном Черноморском побережье Кавказа.

Многие установленные деформации рельефа подчеркиваются сейсмичностью и проявлениями плиоцен – четвертичного вулканизма. Так, линейно расположенные зоны концентраций эпицентров землетрясений часто маркируют активные разломы (Владикавказский, Главный Кавказский надвиг и др.). Скопление эпицентров землетрясений наблюдается в северо-западной части Дзирульского массива, в области Дагестанской левосторонней зоны сдвигов, а также Датыхского выступа, где прослеживается Датыхско-Ахловская зона разрывов, подтверждающаяся геофизическими данными.

Корреляции поверхностных деформаций с глубинными структурами наблюдаются и в области орогена Малого Кавказа. Позднеорогенная структура Малого Кавказа объединяет систему поднятий так называемой Внешней Понтийско-Малокавказской дуги с амплитудами 2,5-3 и более километров [2]. Субмеридиональная зона Ахурянского разлома отделяет ее западную часть, включающую систему сводово-глыбовых поднятий (3,0-2,5 км) северо-восточного простирания, от восточной, состоящей из Ширакской впадины и Центрального Армянского вулканического нагорья. Ахурянская зона разломов, подтверждается геофизикой и маркируется плиоцен – четвертичными вулканическими извержениями. Она является отражением в рельефе системы глубинных дислокаций, простирающихся от Арагацкого массива на юге до поднятия Мокрых гор и Ахалкалакского вулканического нагорья на севере, отмеченных ранее [4]. Эпицентры землетрясений приурочены к трансорогенным разломам – Акстев-Разданскому, Ахурянскому, Азатскому и др.

Таким образом, выявленный парагенез новейших структур в орогенах Большого и Малого Кавказа, зачастую связанных с проявлениями сейсмичности и вулканизма; рост горного сооружения на фоне сокращения предгорных и межгорных впадин; зарастание их поднятиями (Терско-Каспийская, Куринская); миграция русел

(русло Кубани мигрировало на север в Западно-Кубанской впадине); отмирание впадин (Восточно – Кубанская, Ширакская, Памбакская и др.) указывают на восходящий режим развития орогенов Большого и Малого Кавказа в условиях коллизионных процессов восточного сегмента Альпийского пояса.

Чутко реагирует на влияние орогена молодая Скифская платформенная равнина, соответствующая в тектоническом отношении одноименной эпигерцинской плите. Она расположена севернее Большого Кавказа и характеризуется абсолютными отметками рельефа от 0 и ниже уровня моря в Прикаспийской впадине до 500 и более метров на юге Ставропольского поднятия. Проведенные структурно-геоморфологические исследования позволили выявить новейший структурный план Скифской плиты, представляющий собой сочетание разрастающихся разноранговых поднятий преимущественно субкавказского простирания и редуцированных, сокращающихся впадин, зачастую нарушенных субширотными и субмеридиональными «слабыми зонами» (разрывов, трещиноватости, дробления пород), часто перекрытых чехлом четвертичных отложений [7]. Последние часто наследуют глубинные (вплоть до мантии) структуры. К числу подобных деформаций относятся субширотные Сальско-Маньчская гряда, Западно – и Восточно – Маньчские впадины, линейный характер которых обусловлен отражением в рельефе глубинного тектонического шва, представляющего собой серию разрывов глубокого заложения и прослеживающегося на значительные расстояния. Так, выраженная в рельефе Южно-Маньчская «слабая зона», установлена по сейсмическим данным в кровле доюрского комплекса и фундамента и продолжается до поверхности Мохоровичича [1].

На западе Скифской плиты понижения в рельефе (лиманы Бейсугского залива) выстраиваются вдоль одноименного разлома палеозойского фундамента, интерпретируемого как главный Азовский надвиг. Субширотный Новотитаровский разлом прослеживается по геофизическим данным на глубину более 20 км и маркируется 5-7-балльными землетрясениями. Частично отражаются в рельефе Армавино-Невиномысская зона разломов фундамента, а также Расшеватский разлом северо-западного простирания. Субмеридиональная Армавирская «слабая зона» фрагментарно (на участке долины р. Егорлык) наследует одноименную зону разрывов фундамента. Глубинные складчато-надвиговые деформации, установленные геофизикой и бурением в Терско-Каспийской предгорной впадине (Терский и Сунженский хребты), в пределах Сальско-Маньчской гряды, Каневско-Березанского вала, Керченско-Азовского региона зачастую затрагивают кайнозойские отложения и отражаются в деформациях рельефа. Это свидетельствует о вовлечении Скифской плиты в современные деформации сжатия, которое испытывает на новейшем этапе ороген Большого Кавказа.

Хорошим примером воздействия окружающих орогенов на прилегающие области межгорных впадин является Кузнецкая котловина, окруженная со всех сторон горными сооружениями Салаирского кряжа, Кузнецкого Алатау, и Томь-Кольванской системой поднятий. Абсолютные отметки рельефа колеблются от 500 м на юге до 250-200 м, а в днищах долин снижаются до 150-100 м. Структурно-геоморфологический анализ Кузнецкой котловины, дополненный полевыми наблюдениями, позволил выявить в целом сводово-блоковое ее строение, представляющее собой сочетание новейших поднятий, разделенных узкими впадинами-долинами. Поднятия первого ранга осложняются частными пликативными структурами и «слабыми зонами» северо-западного, северо-восточного, субмеридионального и субширотного простираний. Эти зоны, зачастую разрабатываются речными долинами и выявляются на геоморфологических профилях по смещениям водораздельных поверхностей и уровней речных террас. На северо-востоке Талдинского поднятия наблюдается хорошая корреляция одной из таких зон с разрывами, установленными по сейсмическим данным на глубине более 4 км. Сопоставление результатов структурно-геоморфологического дешифрирования с глубинными структурами показало, что в одних случаях деформации рельефа наследуют древние разрывные нарушения, в других – пересекают их. Выявленный «перекрестный» структурный рисунок морфоструктур рельефа Кузнецкой котловины формируется под влиянием окружающих ее горных сооружений и обусловлен коллизионными процессами Тянь-Шаньского и Алтае-Саянского орогенов.

В качестве примера отражения глубинных структур в деформациях рельефа древних платформ приведен один из районов Русской платформенной равнины, расположенный северо-западнее Бугульминско-Белебеевской возвышенности. (Абдрахмановская площадь Ромашкинского месторождения). Проведенное структурно-геоморфологическое дешифрирование с использованием космических снимков позволило выявить здесь поднятия север-северо-западного простирания, возвышающиеся над грабенами долин рек Степной Зай и Камы на 300 м, нарушенные протяженными линеamentными зонами преимущественно северо-западного и северо-восточного простираний. Линеamentы меньшего ранга имеют субширотную и субмеридиональную ориентировку [9]. Компьютерная обработка результатов дешифрирования с помощью программного модуля расширения в системе “ArcView” показала, что максимальные значения плотности линеamentов приурочены к поднятиям. Проведение водородной съёмки выявило повышенную концентрацию водорода в областях, оконтуривающих эти грабены и в поперечных к ним структурах – Кудашской и Игрёвской. Установленная по рисунку гидросети зона разрывов северо-восточного простирания в западной части Абдрахмановской площади также характеризуется высокими эманациями водорода и соответствует по геофизическим данным грабенообразной структуре фундамента. Од-

нако полного соответствия структурных планов горизонтов осадочного чехла деформациям рельефа не наблюдается и последние, главным образом, наследуют структуры фундамента.

Таким образом, проведенные корреляции глубинных структур и деформаций рельефа в различных геодинамических регионах – орогенах, предгорных и межгорных впадинах, молодых и древних платформенных равнинах – убедительно показали их тесную взаимосвязь. Следует отметить, что наследуются и отражаются в рельефе структуры высокого ранга, т. е. крупные впадины и поднятия, зоны разломов. В то же время следует отметить, что точного «копирования» структур различных геологических срезов деформациями рельефа нет. В условиях новейших геодинамических обстановок, в разной степени реанимируются древние высокоранговые структуры, которые зачастую и определяют современные формы рельефа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волож Ю.А. Строение кряжа Карпинского // Геотектоника. 1999. № 1. С.28-44
2. Костенко Н.П., Панина Л.В., Брянцева Г.В. Позднеорогенная структура Малого Кавказа // Вестник МГУ. Сер. 4. Геология. 2001. № 4. С.11-20
3. Костенко Н.П., Панина Л.В. Некоторые особенности неотектонического строения и развития Кавказа на конэрозионном этапе // Тектоника Неогей: общие и региональные аспекты. Материалы XXXIV Тектонического совещания, 2001. Т.1. С.319-322
4. Милановский Е.Е. Новейшая тектоника Кавказа М.: Недра, 1968. 483 с.
5. Несмеянов С.А. Типы новейших шовных зон Большого Кавказа // Прикладная геология, чрезвычайные ситуации, земельный кадастр и мониторинг. М.: РЭФИА, 1997. Вып.2. С.26-29
6. Панина Л.В., Костенко Н.П. Новейшие деформации на востоке Скифской плиты // Вестник МГУ. Сер. 4. Геология. 2005. № 3. С.5-12
7. Панина Л.В. Неотектоническое строение Скифской плиты // Общие и региональные проблемы тектоники и геодинамики Материалы XLI Тектонического совещания, 2008. Т.2. С.78-82
8. Попков В.И., Бондаренко Н.А. Тектоника орогенных сооружений Северо-Западного Кавказа // Общие и региональные проблемы тектоники и геодинамики Материалы XLI Тектонического совещания, 2008. Т.2. С.125-130
9. Хисамов Р.С., Файзулин И.Н. и др. Геологическое строение Абдрахмановской площади Ромашкинского месторождения по данным дистанционных космических методов и полевой эманиционной съемки // Нефтяное хозяйство. 2004. №7. С.40-43
10. Шемпелев А.Г., Пруцкий Н.И., Фельдман И.С., Кухмазов С.У. Геолого-геофизическая модель по профилю Туапсе—Армавир // Тектоника Неогей: общие и региональные аспекты. М.: ГЕОС, 2001. Том 2. С.316-3206
11. Юнга С.Л. Сейсмоструктурные деформации и напряжения в складчатых поясах неотектонической активизации Северной Евразии // Физика Земли. 1996. № 12, С. 37-58.

ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ ЗОНЫ ТОРНКВИСТА В ПРЕДЕЛАХ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КОМПОНЕНТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Петрова А.А., Демина И.М.

СПбФ ИЗМИРАН, г. Санкт-Петербург, aa_petrova@rambler.ru

Одной из древнейших тектонических границ, разделяющих Западную и Восточную Европу, которая прослеживается далее на восток через регион Большого и Малого Кавказа, является линия Тейссейра-Торнквиста (Т-Т) (рис.1). Она образует линеамент шириной 50-80 км и протяженностью более 2 тыс. км. Геофизическая граница проявляется в виде системы нарушений северо-западного простирания, сопровождающейся цепочкой отрицательных гравитационных аномалий. Глубинные сейсмические исследования на территории Украины и Польши показали увеличение мощности земной коры («трог Мохо») в пределах зоны Т-Т.

Анализ морских компонентных измерений геомагнитного поля в Балтийском море по галсам, пересекающим эту тектоническую границу, дает возможность изучить строение земной коры самого линеамента, характер сочленения западного и восточного его сегментов и особенности распределения магнитных неоднородностей внутри их фундаментов. Примеры результатов измерений вертикальной и горизонтальной компонент магнитного поля, выполненных на немагнитной шхуне «Заря», показаны на рис.2, 3. Положение соответствующих профилей приведено на рис.1.

Ранее [1,2,3] разными методами была выполнена интерпретация вертикальной составляющей геомагнитного поля, что позволило сделать оценку глубины залегания верхних кромок намагниченных тел и построить схему поверхности кристаллического фундамента Балтийского моря. В данной работе для изучения глубинного строения земной коры зоны Т-Т применен метод спектрально-пространственного анализа (СПАН) [4-7]. В основе метода лежит последовательная линейная фильтрация спектра исходного поля с последующим обратным преобразованием полученного набора спектров в интересующем диапазоне периодов аномалий.