

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 550.34 (470.67)

ТЕКТОНИКА, СОВРЕМЕННАЯ ГЕОДИНАМИКА И СЕЙСМИЧНОСТЬ ДАГЕСТАНСКОГО КЛИНА ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА

Р. А. Магомедов

Институт геологии ДНЦ РАН

Проведен анализ опубликованного и фондового материалов, а также результатов собственных исследований и полевых наблюдений с целью представления современной картины геодинамической ситуации, сейсмотектонических условий и современной сейсмичности области Дагестанского клина. Уточнено пространственное расположение разломов области Дагестанского клина и на этой основе составлена схема дизъюнктивной тектоники. По результатам исследований выполнено прогнозирование зон возможных очагов землетрясений (ВОЗ) в области Дагестанского клина.

The analysis of the published and stock materials, as well as the results of my own researches and field supervision for the purpose of getting the modern picture of the geodynamic situation, seismotectonic conditions, and modern seismicity in the area of the Daghestan wedge has been carried out. Spatial location of the Daghestan wedge breaks has been specified and on this basis the scheme of disjunctive tectonics has been made. The researches resulted in the forecast of the possible earthquake centers of (PEC) in the area of the Daghestan wedge.

Ключевые слова: тектоника; геодинамика; сейсмичность; разломы.

Keywords: tectonics; geodynamics; seismicity; breaks.

Введение

В современную эпоху территория, занимаемая Республикой Дагестан, в частности, область Дагестанского клина, характеризуется повышенной сейсмической активностью.

В течение последних 30–40 лет в области Дагестанского клина инструментальным путем зарегистрировано довольно много сильных землетрясений, в том числе: Дагестанское – 14.05.1970 г. (8–9 баллов), Салатауское – 23.12.1974 г. (7 баллов), Буйнакское – 09.01.1975 г. с силой в эпицентре равной 8 баллам, Кумторкалинские (31.01. с силой в 7 баллов и 21.02., 14.04.1999 г.) и др.

Контроль за современной геодинамикой и сейсмическими процессами и выработка рекомендаций по прогнозу развития этих процессов в реальном масштабе времени возможны только в результате проведения режимных комплексных инструментальных исследований, требующих немалых средств, которые, безусловно, не идут ни в какое сравнение с размерами вложений по возмещению ущерба, наносимого сильными землетрясениями. Выполнение этих работ связано с организацией полевых сейсмогеофизических, гидрогеодинамических, геохимических и геологических исследований в режиме мониторинга на специально созданных геодинамических полигонах. Современный этап усиления сейсмической активности Дагестана требует более пристального внимания к выявлению зон возможных очагов сильных землетрясений, контролю за режимом сейсмической активности.

Нами сделана попытка последовательного анализа имеющегося опубликованного, фондового материалов и полевых наблюдений с целью представления современной картины геодинамической ситуации, сейсмотектонических условий и современной сейсмичности области Дагестанского клина. В качестве основного материала использованы результаты магнитометрических, гравиметрических и геотермических исследований, материалы дешифрирования космоснимков, результаты геодезических измерений, данные о сейсмичности, фрагменты геологических карт, разрезы, а также результаты собственных исследований.

Анализ материала

При анализе строения рельефа доюрского фундамента выясняется, что на нем отразилась история развития отдельных крупных структурных элементов. Выделяется общая приподнятость фундамента Предгорного и Горного Дагестана. В Терско-Каспийском прогибе фундамент погружен до -8... -12) км и приподнят до абсолютных отметок +2... -4 км в горно-складчатой области (рис. 1).

Доюрский фундамент сложен в основном кристаллическими сланцами и гнейсами, позднепалеозойскими гранитоидами и состоит из блоков, разделенных субвертикальными разломами. Глубинные разломы образуют аномальные линейно вытянутые структуры тепловых полей, которые характерны для разломных участков земной коры (рис. 2).

Прямых геологических данных о том, что фундамент подвергся более ранним, герцинским деформациям, нет. Крутое, почти опрокинутое залегание передовых крыльев выступов является результатом не только подъема, но и горизонтального смещения выступов.

С помощью сейсморазведки методом МОВ, КМПВ и др., проведенной Кабардино-Балкарской геофизической экспедицией СКГУ (П.П. Коростелев и др.), было установлено, что все крупные структурные единицы, известные в пределах северо-восточного склона Большого Кавказа, находят свое прямое отображение в фундаменте. Проведенными работами были не только подтверждены границы тектонических зон, выделенных ранее, но и впервые выявлены новые крупные тектонические структуры продольного (субкавказского) и поперечного (антикавказского) простираний.

Анализ материала показывает, что блоки докембрийского фундамента отделены друг от друга рифтогенноподобными мобильными шовными

зонами и проявляются в верхних структурных этажах повышенными деформациями. В рельефе поверхности Мохоровичича отчетливо выделяются *Пшекиш-Тырныаузская шовная зона*. Она пересекается поперечными разломами: Аварско-Сулакским, переходящим в Н. Чиркей-Экибулакский, Шура-Озеньским, Эскендерон-Махачкалинским, Губденским, Ахатлы-Кумторкалинским, Какаюртовским, Пираузским и Аграхано-Тбилиско-Левантийской левосдвиговой зоной I порядка [1], которая является новейшим структурным элементом Кавказа – западной границей Дагестанского клина (рис. 3) и связана с левосдвиговыми деформациями вдоль долины р. Актас.

Кроме левого сдвига I порядка выделены Махачкалинский левый сдвиг и правые сдвиги II порядка – Андийский, Андийско-Сулакский, Губденский и Гамриозеньский. Правые сдвиги образовались при продвижении участка земной коры к северо-востоку, но их смещение отставало от основных сдвигов – Аграхан-Тбилиско-

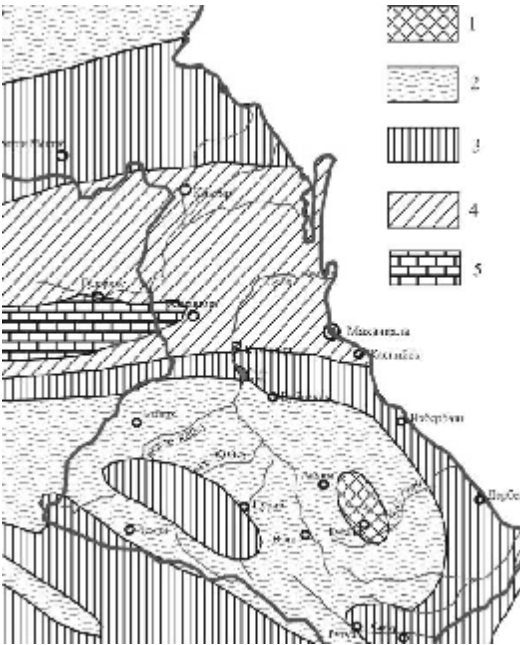


Рис. 1. Фрагмент схемы рельефа доюрского фундамента Кавказа (по И.В. Кирилловой и А.А. Сорскому): 1 – от 0 до -2 км; 2 – от 2 до -4 км; 3 – от -4 до -6 км; 4 – от -6 до -8 км; 5 – от -8 до -12 км.

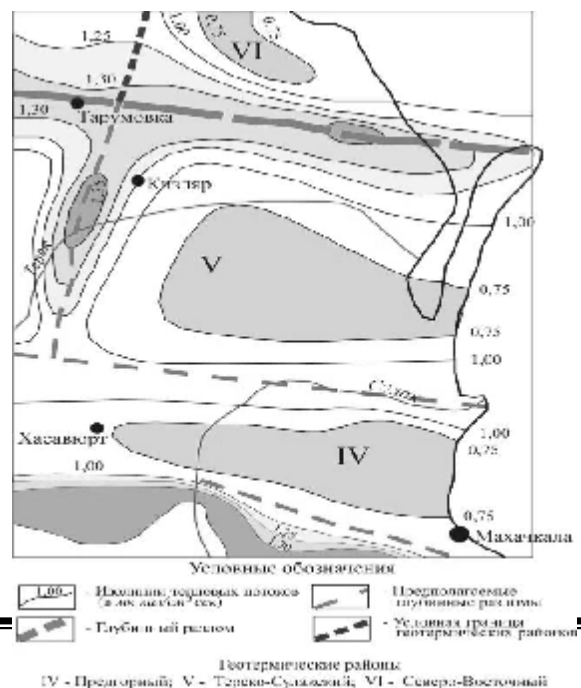


Рис. 2. Карта тепловых потоков Дагестана

Левантийского и Махачкалинского. Вышеназванные сдвиги разделяют Дагестанский клин на тектонические блоки.

Пшекиш-Тырныаузский разлом северного склона Большого Кавказа является одним из наиболее хорошо изученных. Он прослеживается на 300 км и отделяет горстантиклинорий Главного хребта. Разлом представляет зону узких пластин с преимущественным падением под складчатое сооружение. Ограничивающие их разрывы сближаются и на глубине соединяются в единый вертикальный разлом. В пределах Дагестана Пшекиш-Тырныаузский разлом рассекает фронтальную часть Дагестанского клина. Здесь, в районе Экибулака, в нем преобладают раздвиговые движения с образованием миндалевидной структуры. С ней связан очаг Дагестанского землетрясения 1970 г. ($M = 6.6$, $H = 13$ км, $J_0 = 9$ б).

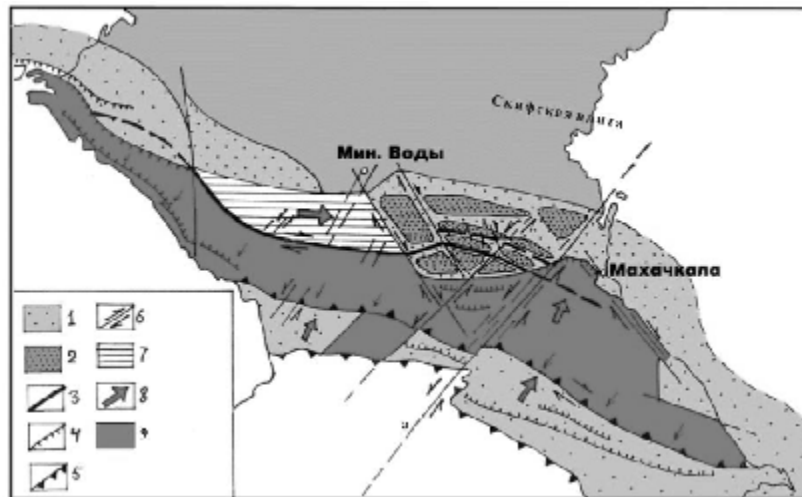


Рис. 3. Предкавказские прогибы и направления перемещения масс [1]: 1 - неоген-четвертичные Предкавказские прогибы и Закавказские межгорные впадины; 2 - наиболее прогнутые участки Терско-Каспийского прогиба; 3 - Пшекиш-Тырныаузская зона; 4 - перемещение по надвигам и вергентность складок; 5 - надвиги рудного тела; 6 - сдвиги: а - Аграхано-Тбилиско-Левантийская левосдвиговая зона I порядка; 7 - Лабино-Малкинская моноклинали; 8 - основные перемещения масс; 9 - горно-складчатое сооружение Большого Кавказа

Глубинные разломы (Терский, Салатауский, Черногорский, Андийский, Хадумский) выделяются по геофизическим и геологическим данным как крупные нарушения фундамента с пликтивно-дизъюнктивными осложнениями, фациальной изменчивостью осадков в чехле.

Терский глубинный разлом (Срединный, Махачкалинский) северо-западной ориентировки в чехле представлен пликтивно-дизъюнктивной зоной с Гудермесской антиклиналью на западе и флексурой на востоке (Нараттюбинская ступень). В гравитационном поле он выражен линейно-вытянутой структурой (рис. 4) и ступенью в 20–30 мГл, относимых к фундаменту.

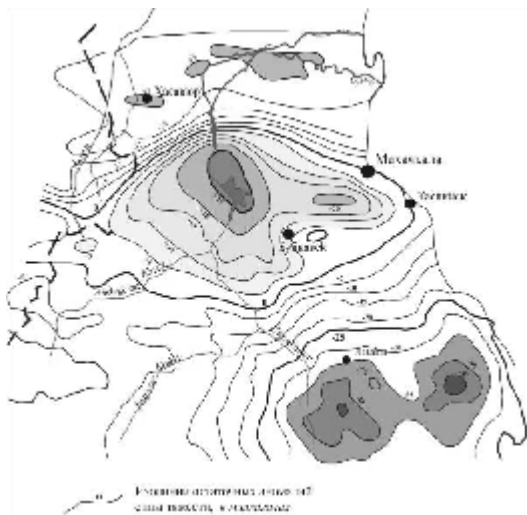


Рис. 4. Карта остаточных аномалий силы тяжести (по Г.В. Литовко, А.Г.

Разлом сейсмичен, трассируется многоярусными нефтегазовыми месторождениями, термальными и минеральными источниками, зачаточным грязевым вулканизмом [2] и разделяет осевую и прибортовую части Терско-Каспийского прогиба. Срединный (Терский) разлом был выделен в 1959 г. Г.Д. Аджиреем [3]. Более поздними исследованиями М.Н. Смирновой и др. [4] по комплексу геолого-геофизических исследований было доказано его наличие в Терско-Каспийском прогибе. В восточном направлении разлом проходит от Хасавюрта севернее Кизилюрта к устью реки

Прорвы и далее следует параллельно линии берега Каспийского моря. В районе Кизилюрта – Махачкалы разлом испытывает активное развитие.

В 1989–1990 гг. геофизическим отрядом ИГ ДНЦ РАН (Д.Г. Таймазов, Р.А. Магомедов и др.) были проведены гравимагнитные съемки вкрест предполагаемого глубинного разлома. Результаты интерпретации материалов гравитационных измерений показали бухтообразное понижение (уступ в 6 мГал) гравитационного поля в зоне предполагаемого разлома, указывающее зону дробления и разуплотнения горных пород. Измерения вариаций полного вектора и вертикальной составляющей геомагнитного поля показали, что при входе в разломную зону невозможно было произвести отсчет по причине быстро меняющихся их значений. Такая картина наблюдалась на протяжении примерно 1 км. При выходе из зоны предполагаемого разлома быстрые изменения составляющих геомагнитного поля прекратились [5]. Таким образом, проведенные гравимагнитные съемки подтверждают местоположение предполагаемой зоны дробления и разуплотнения, приуроченной к Срединному разлому.

Салатауский глубинный разлом северо-западной ориентировки предполагается под одноименной антиклиналью мезозойско-кайнозойского развития. Видимо, это Сунженская ветвь Пшекиш-Тырныузского разлома. К западу он затушеван Даргинской мульдой. К юго-востоку его трассируют Салатауская, Гимринская, Ирганайская складки. Разлом слабосейсмичен, ограничивает с юга Сулакский тектонический выступ с относительно положительным развитием в мезозое и положительной аномалией силы тяжести.

Андиийский глубинный разлом [6] северо-восточной ориентировки ограничивает с запада Сулакский тектонический выступ, который отделен от Каратинского и Капчугайского Аграхан-Тбилисско-Левантийским левым сдвигом. К западу от разлома в мезозое происходили более интенсивные блоковые погружения и накопление осадков большой мощности. В гравитационном поле он разобщает положительные аномалии Сулакского выступа и Варандийской антиклинали. Над разломом в чехле меняется простирание складок, увеличивается количество поперечных разрывов, концентрируются очаги землетрясений (Анди, Мехельта, Беной). Последние тяготеют к сочленению Андийского и Салатауского разломов [4].

В 1968–1969 гг. при интерпретации гравитационного поля Чечено-Ингушетии М.Н. Смирновой и др. был прослежен глубинный разлом, который был назван Черногорским. На Аксайском поперечном разломе Черногорский разлом испытывает изменение ориентировки, пересекает Дагестанский клин южнее г. Буйнакса и уходит в Южный Дагестан.

Сейсмической съемкой на площади Махачкала – Избербаш по горизонту верхнего мела-палеогена выделено шесть блоков, отделяющихся друг от друга разрывными нарушениями. Сложное блоковое строение отмечено и в районе сочленения Нараттюбинской моноклинали с Гудермесской складкой. По данным сейсмических исследований, севернее Шамхалбулака выделены зоны нарушений, трассирующиеся вдоль Нараттюбинской моноклинали и разделяющие комплекс пород мела-палеогена на ряд протяженных тектонических блоков, ступенчато погружающихся на север в сторону Терско-Сулакского прогиба. Амплитуда нарушений составляет 100–1000 м. Бурением в 1971–1975 гг. в меловых отложениях подтверждено наличие регионального разлома, выделены Нараттюбинская моноклинали, Хадумский купол, Мирзабулакская складка, Миатлинские синклиналь и брахиантиклиналь. Последняя представляет собой асимметричную структуру с осью почти широтного простирания. Вдоль северного крыла этой складки по региональному разрыву меловые отложения взброшенного блока контактируют с глинистыми образованиями майкопа.

Хорошо изучена Шамхалбулакская антиклиналь, подтвержденная геофизическими методами разведки и глубоким бурением (Дагнефть: Л.А. Ройтман, Л.С. Багов и др., 1971, 1972 гг.). По меловым горизонтам эта складка представляет собой длинную, вытянутую в широтном направлении килевидную структуру размером 17×3.5 км и высотой 650 м. Бурением также установлен региональный разлом амплитудой до 1000 м, отделяющий Миатлинскую брахиантиклиналь от Шамхалбулакской антиклинали (1974, 1975 гг.).

По данным сейсмических и гравиметрических исследований, в свою очередь, подтвержденных на многих площадях поисковым бурением, вдоль внешнего обрамления Дагестанского клина под моноклинально залегающими миоценовыми слоями Нараттютинской зоны меловые отложения дислоцированы в узкие линейно-вытянутые антиклинальные по форме блоки, ступенчато погружающиеся к осевой части Терско-Каспийского прогиба. Протяженность дислоцированной зоны, в пределах которой выявлено около 10 структур (Акташ, Аркабаш, Новолак, Чапаевская, Алмало, Сафаралинская, Северо-Акташская, Димитровская и др.), достигает 150 км при ширине 10–15 км. Длина локальных структур – 8–17 км, ширина – 3–4 км при высоте 200–400 м.

В головной части Нараттютинской зоны северный склон Сулакского выступа изучен бурением [7]. Под крутозалегающей толщей миоценовых слоев верхнемеловые отложения нарушены погребенными разрывами и образуют систему ступенчато погружающихся на север блоков. Разрывные нарушения фиксируются перемещением пород и крутыми залеганиями слоев (до 80–90°) (рис. 5).

В изученных пересечениях блоки имеют форму антиклиналей, опрокинутых на север в результате резкого воздымания Сулакского выступа.

Таким образом, глубинная структура Дагестанского клина имеет блоковый характер. Участки с различным уровнем зеркала складчатости и узкие протяженные ступени с крутым залеганием мезозойских и кайнозойских слоев достаточно определенно намечают границы блоков. Предположительно, с глубиной крутые ступени альпийского комплекса должны переходить в разломы доюрского фундамента.

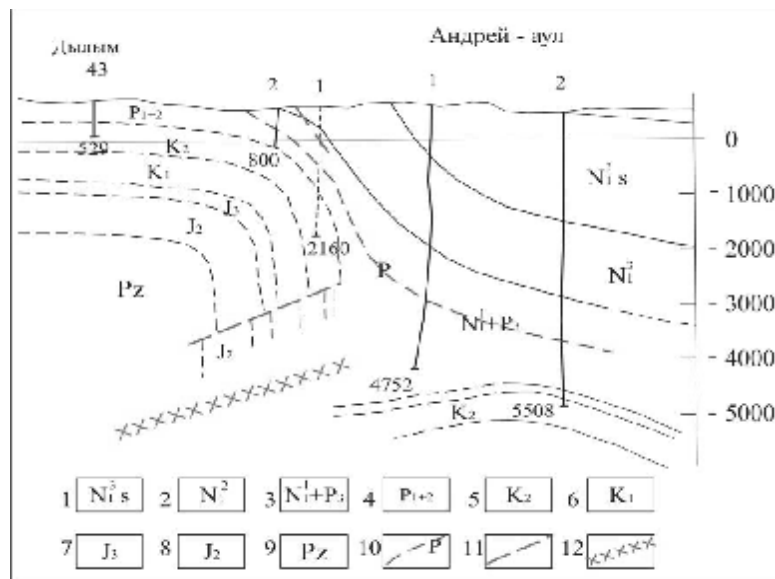


Рис. 5. Геологический профиль «Дылым-Андрей-аул»: 1 – сарматский ярус; 2 – средний миоцен; 3 – майкопская серия; 4 – фораминиферовая серия; 5 – верхний мел; 6 – нижний мел; 7 – верхняя юра; 8 – средняя юра; 9 – палеозой; 10 – реперный пласт в кровле миатлинского горизонта; 11 – разломы; 12 – зона главного надвига

Разрывная тектоника во многом предопределила и геоморфологические условия области. Большеамплитудные сеймотектонические сдвиги (срывы) образовались на участках рек, где русло характеризуется резким (до 90°) поворотом при смене направления течения от северо-западного на юго-западное или западное, строго подчиняясь простиранию разрывных нарушений (зона интенсивного новейшего вреза долины р. Сулак) (рис. 6).

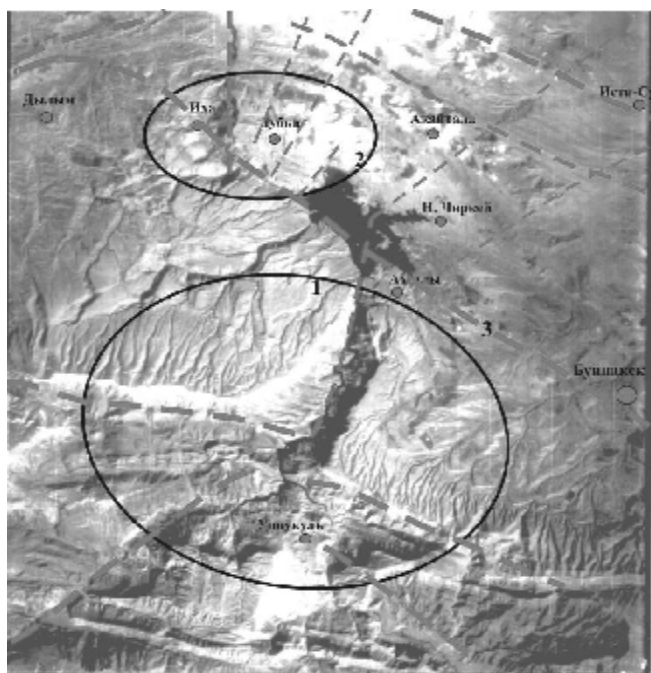
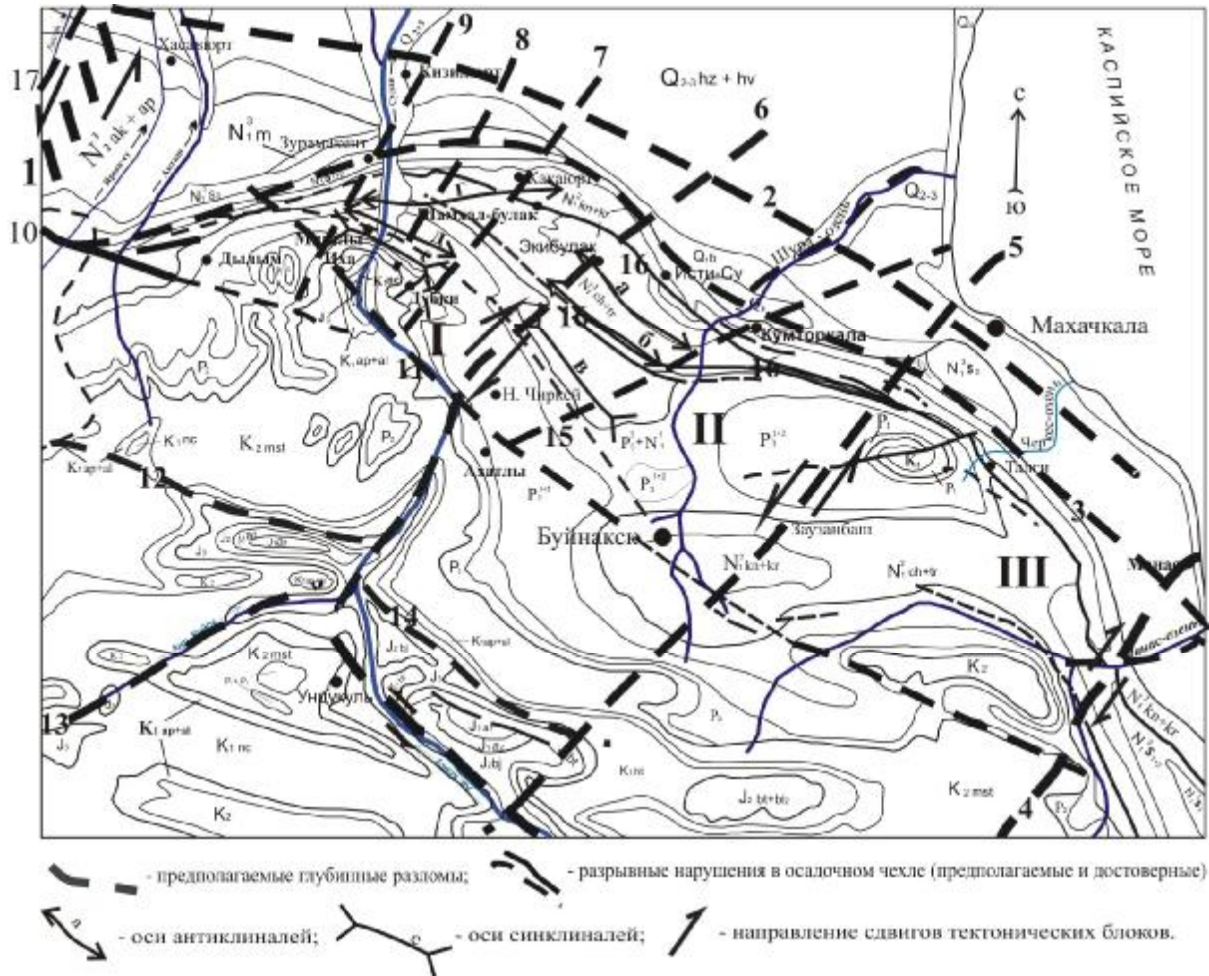


Рис. 6. Космический снимок Сулакского выступа:
 1 – Сулакский шток; 2 – Хадумский купол; 3 – дешифрованные зоны разломов

Зона повышенной трещиноватости в виде линеамента протягивается от пос. Иха до г. Буйнакск и далее на юго-восток, где подтверждается закартированным разрывом. Сравнение высотного положения террас в продольном профиле долины Сулака указывает на интенсивное новейшее поднятие Салатауской моноклинали и Хадумского купола [8]. Под куполом Хадум предполагается криптолакколит, подтвержденный работами МОВ. Дешифрирование космоснимка подтверждает наше предположение [9] о наличии активной глубинной структуры – Сулакского штока, в купол которого и в настоящее время активно врезаются долины Аварского и Андийского Койсу и реки Сулак, отделяя друг от друга Гимринский и Салатауский хребты. Сулакский шток приурочен к высококомобильной зоне тектоносферы и представляет собой орогидрографическую аномальность данной территории, является одним из косвенных индикаторов активных глубинных деформаций земной коры.

Воздымание блока вдоль протяженных тектонических швов на орогенном этапе альпийского цикла развития Восточного Кавказа обусловило его овальную форму. Различная степень энергии воздымания Сулакского штока и Хадумского купола и компенсационный характер колебательных (вековых) движений являются причиной того, что амплитуда гипсометрических уровней одновозрастных, литологически однородных геологических образований данных структур достигает от первых сотен метров до 1.5 км.



Зоны разрывных нарушений и глубинных разломов: 1 - фрагмент Аграхано-Тбилиско-Левантийской левосдвиговой зоны I порядка; 2 - Терский глубинный (Срединный, Махачкалинский); 3 - Пшекиш-Тырныаузская шовная зона; 4 - Губденский; 5 - Искандерон-Махачкалинская левосдвиговая зона II порядка; 6 - Чиркей-Экибулакский; 7 - Какаюртовский; 8 - Пираузский; 9 - Зурамакентский; 10 - фрагмент Черногорского разлома; 11 - продолжение Черногорского разлома (зона повышенной трещиноватости в виде линейamenta протягивается от пос. Иха до г. Буйнакска и далее на юго-восток, где подтверждается закартированным разрывом); 12 - Салатауский; 13 - Андийско-Сулакский; 14 - Гимринский; 15 - Ахатлы-Кумторкалинский; 16 - Нарат-Тюбинская зона разломов (в осадочном чехле).

Оси антиклиналей и синклиналей: а - Экибулакская; б - Кизил-Булакская; в - Тепсели-тауская; г - Шамхал-Булакская; д, з - Миатлинские.

Тектонические элементы: I - Сулакский выступ; II - Капчугайский грабень; III - Эльдамо-Кукуртауский выступ (Талгинский).

В основу положен фрагмент изданной геологической карты горной части Дагестанской АССР 1:200 000, составленной В.Д. Голубятниковым.

Рис. 7. Схема дизъюнктивной тектоники Дагестанского клина

Составленная нами по результатам анализа фондового материала схема дизъюнктивной тектоники Дагестанского клина (рис. 7) позволила установить блоковое строение Дагестанского клина и выявить ограничения блоков по разрывным нарушениям сбросового и сдвигового типов.

Различная ориентировка блоков по отношению друг к другу создает мозаичную структуру. Выявленные разрывные нарушения имеют закономерную ориентировку. Выделяется система трещин и разломов, ориентированная в северо-восточном направлении. Менее четко прослеживаются две взаимно перпендикулярные системы, ориентированные близко к широтному и долготному направлениям. В связи с тем, что в пределах центральной части Кавказского региона произошли за последние 30-40 лет сильные землетрясения (Дагестанские (1970,

1975 г.), Спитакское (1988 г.), Рачинское (1991 г.), Кумторкалинские (31.01., 21.02., 14.04.1999 г.) и др., можно утверждать, что началась *сейсмическая активизация* поперечных поднятий Кавказского региона, в том числе и области Дагестанского клина. Угрожающими выглядят узлы пересечения Пшекиш-Тырныузской зоны разломов с меридиональными и диагональными структурами, выявленными при дешифрировании космических снимков в Дагестане.

К потенциально высокосейсмичному относится и Аксайский разлом, который проходит по западной окраине Дагестанского клина. Он является естественным разделом между Чеченской впадиной и Дагестанским клином. С зоной пересечения Аксайского и Пшекиш-Тырныузского разломов Р.А. Левкович связывает очаг разрушительного землетрясения 1830 г., интенсивность которого достигала 9 баллов [10]. Эта зона ВОЗ связана с раздвигом, формируемым пересекающимися глубинными разломами. Как известно, сопротивление горных пород на растяжение примерно на порядок (в 6–15 раз) меньше их сопротивления сжатию, и разрушения начинаются в области растяжений.

Сопоставляя карты эпицентров землетрясений со структурной схемой Дагестанского клина, легко заметить связь активных в сейсмическом отношении зон с зонами продольных и поперечных глубинных разломов. Полоса высокой сейсмической активности тянется примерно вдоль Пшекиш-Тырныузского и Срединного разломов.

Показателем *современного развития глубинных разломов* является значительная сейсмическая активность региона. Повышенная сейсмичность Восточного Кавказа согласуется с его более высокой подвижностью в течение всего альпийского цикла. Высокосейсмичный район к западу от Махачкалы приурочен к вершине поперечного поднятия Дагестанского клина и одновременно к вероятному продолжению Пшекиш-Тырныузской шовной зоны. Последние сильные землетрясения с эпицентрами в районе Кумторкалы, Капчугая, Алмало, которые произошли здесь 14 мая 1970 г. и 31 января 1999 г., по внешним проявлениям оценены как восьми- и семибалльные соответственно. К пересечениям Черногорского разлома поперечными разломами относятся очаги известных сильных землетрясений, в частности Буйнакского землетрясения 1975 г. с $M = 5.6$, $H = 6.5$ км, $J_0 = 8.0$ б. Вместе с тем очаг Буйнакского землетрясения связан и с Капчугайским грабеном.

Землетрясения – «фонари», развешенные вдоль разлома (В.В. Федынский). Анализируя дизъюнктивную тектонику региона, можно выделять потенциально опасные участки (зоны ВОЗ). При анализе **современной сейсмичности** интерес представляют узкие зоны сочленения областей с разной направленностью тектонических движений.

Систематические геодезические измерения позволили выявить [11], что вся горная морфоструктура Юго-Восточного Кавказа находится в состоянии постоянного пульсационного поперечного сжатия и общего поднятия до 1 см/год за период с 1910/14 по 1984/86 гг. Период резкой активизации сейсмичности Юго-Восточного Кавказа в 1950–1960-х гг. приходится на фазу общих интенсивных поднятий, зафиксированных нивелировками 1949/50–1969/70 гг., т.е. фазу региональных интенсивных сжатий (Лилиенберг, 1991, 1996, 1998). При этом основная часть эпицентров землетрясений приурочена к разломам, испытавшим смену знака смещений. При разработке сейсмического прогноза необходимо исходить из *конкретных индивидуальных геодинамических особенностей* каждого региона.

Выводы

Проведенные исследования позволили установить высокую современную тектоническую активность региона. Интерпретация данных геодезических измерений при существующей степени изученности показывает, что рассматриваемая территория характеризуется неоднородностью в распределении современной геодинамической активности. Эта дифференциация носит блоковый характер, границы между участками современных поднятий и опусканий земной поверхности выражены высокоградиентным изменением скоростей СВДЗП. Особенность движений состоит в том, что они сосредоточены в узких линейно-вытянутых межблоковых зонах. Возникновение этих зон обусловлено высокой геодинамической активностью разломов в фундаменте. Разрушительные

землетрясения возникают преимущественно в зонах активных («живых») глубинных разломов. Область ДК представляет собой участок земной коры, где происходит разрядка тектонической энергии через «живые» разломы. В результате проведенных исследований уточнено пространственное расположение разломов области ДК и на этой основе составлена схема дизъюнктивной тектоники в масштабе 1:200 000.

Выявлены разломы, отличающиеся повышенной сейсмической активностью. На основе составленной схемы выполнено прогнозирование зон ВОЗ в области ДК. Очаговые зоны землетрясений приурочены к Сулакскому и в ближайшем геологическом будущем – к Талгинскому выступам. Приуроченность очаговой зоны землетрясений к Сулакскому выдвинутому блоку дает основание высказать прогноз о новой очаговой зоне землетрясений в месте сочленения Талгинского выдвинутого блока со Скифской плитой. В настоящее время эта очаговая зона не является активной, но при изменении геодинамической обстановки в сопредельных территориях она может оказаться очень активной. Современный и последний (30–40-летний) всплеск сейсмической активности в области ДК отражает естественный ход геологических процессов в регионе с «расконсервацией» генетически обретенных и накопленных в современный период геонапряжений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Короновский Н.В. Линеаменты Большого Кавказа и Предкавказья по изображениям на космических снимках и их геологическое истолкование // Вестн. Моск. ун-та. Сер. геол. 1984. № 6. С. 7–18.
2. Елизаров Ю.Н. Геологическое строение западной части Гудермесского хребта. 1962. Отчет о результатах геологосъемочных работ Гудермесской ГСП в 1961 г. // Фонды «Севкавказгеология», Ессен-туки.
3. Аджирей Г.Д. О некоторых важных закономерностях тектонического строения и движения земной коры // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1960. № 8. С. 21–36.
4. Смирнова М.Н., Яковлева Т.В., Станулис В.А. и др. Влияние глубинного строения на формирование осадочного чехла и миграцию флюидов в связи с перспективами нефтеносности Терско-Сунженского прогиба. 1970. Сводный отчет № 19820 // Даг. террит. фонд геол. информ.
5. Сулейманов А.И., Крамынин П.И. Обнаружение геомагнитного эффекта в разломной зоне, связанного с подготовкой землетрясения // Геодинамика и сейсмичность Восточного Кавказа: материалы науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию со дня основания сейсмостанции «Махачкала»: Тр. ИГ ДНЦ РАН. Вып. 48. Махачкала, 2002. С. 237.
6. Маркус М.А. Долгоживущие структуры Восточного Кавказа // Сов. геология. 1986. № 10. С. 63–69.
7. Буторин Г.Д., Галин В.Л. Тектоника передовой складчатой зоны Дагестанского выступа в связи с поисками залежей нефти и газа // Сов. геология. 1972. № 9. С. 127–133.
8. Кожевников А.В., Никитин М.Ю. Антропоген долины р. Сулак на Сев. Кавказе // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1977. Т. 52, вып. 3. С. 26–44.
9. Магомедов Р.А. Гидрогеодинамический режим области Дагестанского клина Восточного Кавказа в связи с сейсмичностью / ИГ ДНЦ РАН. Махачкала, 2003. С. 84–86.
10. Левкович Р.А. и др. Геодинамический эффект создания крупных водохранилищ в сейсмоактивных областях. М.: Наука, 1982. 76 с.
11. Лилиенберг Д.А. Закономерности и механизмы современной геодинамики морфоструктур Крыма, Кавказа и Каспия // Проблемы геоморфологии и геологии Кавказа и Предкавказья: материалы междунар. совещ. «Геоморфология гор и равнин: взаимосвязи и взаимодействие»: XXIV пленум геоморфологической комиссии РАН. Краснодар, 1998.

Поступила в редакцию 24.01.2012 г.
Принята к печати 26.06.2013 г.