

1966 г. с магнитудой $M=5.5$, а также других менее сильных землетрясений. Эта часть Восточной антиклинали Южного Дагестана характеризуется асимметричным строением: при пологом и достаточно широком своде юго-западное крыло имеет углы залегания, измеряемые 20° , а северо-восточное крыло испытывает очень быстрое погружение и, уже недалеко от свода, имеет углы падения пород, достигающих 50° . По данным глубокого разведочного и структурного бурения на площади Дузлак, наиболее приподнятой части Восточной антиклинали, установлено, что такое строение северо-восточного крыла обусловлено наличием крупного надвигания свода на северо-восточное крыло антиклинали. Амплитуда надвига, по данным скважины "Дузлак-100", превышает 2.0 км, а в зоне ядра по плоскости надвигания приведены в контакт верхнемеловые и среднеюрские отложения.

Используя палеоструктурные реконструкции и схемы дизъюнктивных нарушений можно определить места формирования очагов возможных землетрясений - зон ВОЗ. Этот принцип был положен в основу составления сеймотектонической схемы Дагестана.

Территория Восточного Кавказа неоднократно осложнялась интенсивными складчатыми движениями, сопровождавшимися разрывными нарушениями, слабой вулканической деятельностью и глинистым диапиризмом, которые на отдельных участках проявлялись с различной силой. Современные слабые деформации наблюдаемые на Восточном Кавказе обусловлены боковыми подвижками фундамента вдоль глубокозалегających разломов субширотного простирания. Результаты измерений современных горизонтальных смещений ряда геодезических пунктов и имеющиеся материалы по геологическому строению, механизмам очагов землетрясений Кавказа и смежных территорий показали, что современный геодинамический режим определяется северным дрейфом Аравийской плиты (на территории к югу от Северо-Анатолийского-Малокавказского офиолитового пояса) и процессом внутриплитного тектогенеза к северу от него. Ведущим механизмом внутриплитного тектогенеза, по-видимому, является вторичное увеличение площади слоев слоистых пород. Возможно, оно связано с увеличением их объема вследствие предполагаемого привноса в них дополнительного материала восходящими потоками глубинных флюидов.

В плане изучения современных геодинамических процессов Дагестана наибольший интерес представляет территория Дагестанского клина, где на фоне восьмibalльной зоны выделены девятибалльные участки. Девятибалльные участки тяготеют к грабенообразным раздвиговым структурам, таким как, Типселитауская, Кизилбулакская и Экибулакская. В историческое время и в голоцене с этими сейсмогенерирующими структурами были связаны катастрофические землетрясения. А в 1970 году с Экибулакским грабеном был связан очаг Дагестанского землетрясения.

Количественным методом были определены области «ответственные за землетрясения». Здесь зона с энергетическим классом $K_{max}=16$ (8-9баллов) протягивается от г. Махачкалы по всему побережью Дагестана. В Южном Дагестане восьмibalльная зона более локализована, а эпицентры сильных землетрясений расположены как на суше, так и в море. Максимальные сотрясения с силой в 7 баллов ощущались по всей территории Дагестана, причем для семibalльных землетрясений характерна многократная повторяемость.

Новый этап всплеска сейсмичности свидетельствует об усилении геодинамической активности в современную эпоху и требует более пристального внимания к выявлению зон возможных землетрясений и построению прогнозных карт оценки сейсмических воздействий на основе сеймотектонических данных особенно в густонаселенных районах, местах сосредоточения энергетических узлов, нефтегазовых месторождений и нефте- и газопроводов, а также в местах сосредоточения объектов гражданского и промышленного строительства. Выполнение такого комплекса работ связано с организацией исследований в режиме мониторинга на специально созданных геодинамических полигонах. Особое внимание следует обратить на возобновление работ по изучению геодинамических процессов, сейсмичности и изменения физико-механических условий районов, включающих города, инфраструктуру Дагестана и важнейшие действующие гидроузлы Сулакского каскада ГЭС.

Причинно-следственные связи между геодинамическими процессами, сейсмическим режимом, геофизическими и геотермическими аномалиями Дагестана

П.И. Крамынин
ИГ ДНЦ РАН

Анализ геодинамического развития территории в позднеплиоцен антропогенный период, являющийся заключительной стадией в общем цикле альпийского развития Кавказа показывает, что наиболее важным в формировании современного структурного плана является позднеапшеронская фаза, а также современный этап тектонических преобразований. Предпозднеапшеронская складчатость проявляется в дальнейшем усложнении развивающихся структур и развитии разрывных нарушений. Антропогенный подэтап развития этой территории протекал в условиях непрерывного гипсометрического воздымания Кавказа, площадного расширения суши и сокращения Каспия до современных размеров. Текто-

нические движения носили характер дифференциальных вертикальных перемещений, сопровождающихся в основном четырехкратными регрессиями и незначительными трансгрессиями Каспийского моря. Вертикальные движения способствовали дальнейшему развитию разрывных нарушений. Таким образом, видно, что и антропогенный период характеризуется активными подвижками по разрывным нарушениям Восточной антиклинали.

Палеозойский структурный этаж в целом характеризуется более дифференцированным структурным планом, здесь массивных “мозаичных областей” не наблюдается. Однако преимущественное развитие имеют зоны локальных аномалий силы тяжести северо-западной ориентации. Восточно-Дагестанский докембрийский массив является по-прежнему не четко выраженным, но постоянно уменьшающимся в размерах. Поскольку в мезо-кайнозойском плане Восточная и Западная антиклинальные зоны имеют общее, преимущественно продольное, общекавказское простирание, то можно предположить существование активной разделительной области между ними в палеозое, которая не играла значительной роли в мезокайнозое. Эта зона связывается с южным продолжением Черногорского глубинного разлома (Дагестанскими геологами он назван Восточно-Мугринским). В южной части Дагестана основанием к выделению его явились высокоточные гравиметрические исследования, установившие в полосе развития спокойного, моноклинального залегания майкопских отложений резкую гравитационную ступень с амплитудой 30-35 мГл, при горизонтальном градиенте до 50 ЭТВ. Наличие такой ступени было подтверждено результатами региональных магнитных исследований. Это свидетельствует о тектонической природе ступени, так как верхнемеловые известняки немагнитны, а разлом представлен глубинным взбросом, поддвигом. Исторические и инструментальные данные подтверждают сейсмическую активность этого разлома на территории Чечни, Ингушетии и в северо-западной части Предгорного Дагестана (Черногорское землетрясение 28 июля 1976 г, $M=6.7$, $I_0=86$; Буйнакское землетрясение 10 января 1975 г, $M=5.3$, $I_0=86$; Салатауское землетрясение 23 декабря 1974 г. $M=5.2$, $I_0=76$). Предполагается, что придербентский участок Черногорского разлома также может быть высокосейсмичным. Подтверждением этого предположения служит землетрясение, произошедшее в 1652 году с интенсивностью в эпицентре $I_0=8-9$ баллов. Эта же структура, но значительно западнее, была установлена на профиле ГСЗ Волгоград-Нахичевань, а глубина ее здесь достигала поверхности Мохо. Эпицентры землетрясений приурочены к основным разломам глубокого заложения и к предкавказским краевым прогибам земной коры в Предгорном Дагестане.

Плоскость Черногорского разлома падает под Большой Кавказ, напоминая зону Беньюфа. Современная высокая сейсмическая активность связанная с этим глубинным разломом была установлена на центральном участке его развития и подтверждена сильными Дагестанскими землетрясениями произошедшими в 1830 г., $I_0=8-9$ баллов и в 1970 г., с магнитудой $M=6.7$, $I_0=9$ баллов. Палеосейсмодеформации и исторические данные говорят о высокой сейсмической приразломной активности зоны к югу от реки Шура-Озень, в прошлом, а в 1975 году в районе г. Избербаш произошло 6-балльное землетрясение, что заставляет признать ее сейсмически активной на всем протяжении. Анализ собранных материалов позволяет довольно подробно рассмотреть вопросы тектоники Дагестана и прилегающей акватории Каспия.

Срединный разлом имеет четкое выражение и является стержневой зоной Грозненского магнитного максимума с максимальными значениями + 2,0, + 4,0 нГл. В восточном направлении разлом от Хасавюрта прослеживается к устью реки Прорвы и далее следует параллельно линии берега Каспийского моря. В районе Кизилюрта - Махачкалы разлом испытывает активное развитие.

Пшекиш-Тырныаузский разлом является одним из наиболее хорошо изученных разломов северного склона Большого Кавказа. Он прослеживается на 300 км и отделяет горстантиклинорий Главного хребта от Терско-Каспийского краевого прогиба, представляя собой зону узких пластин с преимущественным падением под складчатое сооружение. Ограничивающее эти пластины разрывы на глубине сближаются в единый вертикальный разлом. В пределах Дагестана Пшекиш-Тырныаузский разлом пересекает фронтальную часть Дагестанского клина. Здесь, в районе Экибулака в нем преобладают раздвиговые движения с образованием миндалевидных структур. С миндалевидной структурой связан и очаг Дагестанского землетрясения 1970г ($M=6.6$ $H=13$ км, $I_0=9$ б.). К потенциально высокосейсмичному относятся и Аксайский разлом, который проходит по западной окраине Дагестанского клина. Он является естественным разделом между Чеченской впадиной и Дагестанским клином. В этой зоне теряет свою обособленность и выражение в рельефе Терская зона дислокаций и наблюдается сложное сочетание погребенных структур Терско-Сунженской области и Дагестанского клина. Разлом протягивается от с. Ножай-юрт в район с. Кочубей и Артизан, расположенных на Скифской плите. С зоной пересечения Аксайского и Пшекиш-Тырныаузского разломов связывают очаг разрушительного землетрясения 1830 г., интенсивность которого в эпицентре достигала 9 баллов. Эта зона ВОЗ связана с раздвигом, формируемым пересекающимися глубинными разломами.

При картировании древних плейстоценовых областей по сейсмодислокациям обнаружены уникальные следы гидротермальной активности, выраженные в наличии серных и коалиновых бугров, карбонатных и песчано-глинистых даек, грязевулканических брекчий, ороговикованных известняков, сероводородном заражении подземных вод, железистых песчаников и т.д. Типичный гидровулкан на территории Дагестана представлен Талгинским куполом, в сводовой части которого сформировались залежи

каолиновых глин. Гидрогеодинамические геотермические аномалии указывают на их приуроченность к сейсмоактивным зонам - зонам пересечения Пшекиш-Тырнаузского разлома поперечными разломами (дизъюнктивным узлам). При фоновом тепловом потоке равном приблизительно 36 мВт/м^2 , аномальные тепловые потоки в дизъюнктивных узлах достигают 100 мВт/м^2 и более.

Таким образом, на формирование современного структурного тектонического плана Восточного Кавказа и Дагестана, в частности складчатого борта Терско-Каспийского передового прогиба, значительное влияние оказывает геодинамический режим зоны коллизии Африкано-Аравийского и Евразийского континентов. Дополнительным подтверждением этого положения является высокая сейсмическая активность исследуемого региона. В.М. Уломовым была построена карта сейсмичности Иран-Кавказ-Анатолийского региона. Анализ комплекса данных показал, что землетрясения, такие как Эмерджикское с магнитудой $M=8.0$ (1939г) и Турцкое с магнитудой $M=7.3$ (1943г), приуроченные к Северо-Анатолийскому разлому, по длине возникших сейсмодислокаций, косвенно характеризуют размеры очага (350 и 300 км соответственно). Эти размеры в 1,5-2,0 раза больше по протяженности размеров очагов землетрясений подобной силы. Такая ситуация может быть обусловлена структурой системы Северо-Анатолийских разломов «податливой» (по В.М. Уломову) к подвижкам, которые происходят в более глубоких горизонтах земной коры. Вместе с тем, для землетрясений Ирана и Кавказа больших расхождений не отмечено.

Накопленный фактический материал позволяет приступить к моделированию современных неотектонических процессов Восточного Кавказа. Построенные модели позволяют решить многие фундаментальные геологические задачи, наиболее обоснованно определять зоны ВОЗ, приступить к обновлению карты сейсмотектоники и к разработке методики прогноза землетрясений.

Описание структурно-тектонической схемы Дагестана

П.И. Крамынин, Г.Г. Бунин
ИГ ДНЦ РАН

В основу составления структурно-тектонической схемы Дагестана масштаба 1:500000 положены изложенные в предыдущих разделах фактические материалы и выводы. На ней отражены: региональные глубинные разломы в фундаменте, региональные глубинные разломы, установленные по геофизическим и тектоническим данным; разломы по доюрскому фундаменту, определенные по гравиметрическим и магнитометрическим данным; флексуры, выделенные по грамагнитным данным; контуры поднятий в фундаменте; контуры прогибов в фундаменте; контуры поднятий в осадочном чехле эпигерцинской платформе; контуры антиклинальных зон; границы структурных ярусов; ось Терско-Каспийского передового прогиба.

В северной части Дагестана в пределах склона вала Карпинского выделены Каспийское и Жемчужное поднятия. Южнее расположен Восточно-Маньчский прогиб. На смену ему приходит зона поднятий: Озек-Суатская, Сухокумская обширная Тюленевская, включающая в себя более мелкие Кочубеевскую зону поднятий, северо-Тюленевское и Восточно-Тюленевское поднятия. Восточнее она сменяется Восточно-Тюленевским прогибом, юго-восточнее выделен Центральный Каспийский свод. Далее показан платформенный склон Восточно-Предкавказского передового прогиба, ограниченный осевой частью Терско-Каспийского передового прогиба. От осевой части на юг-юго-восток протягивается геосинклинальный склон Восточно-Предкавказского передового прогиба. Внутри эта зона осложнена Акваториальной, Восточной и Ялама-Худатской антиклинальными зонами. Здесь же располагается часть Дербентской котловины. Далее расположена обширная часть Известнякового Дагестана, осложненная Западной и Хачмасской антиклинальными зонами, наклонной складчатой ступенью и Кусаро-Дивичинским наложенным прогибом. Горст антиклинорий Бокового хребта осложнен Бежтинским грабен синклиниорием на западе и Шахдаг-Гюмюрским синклиниорием на востоке и далее на юге Дагестан ограничен антиклинорием Главного Кавказского хребта. Все указанные зоны ограничиваются и контролируются показанными выше глубинными разломами.

Специфика строения региона имеет свои особенности. Во-первых – это ступенчато-полосчатая система складчатости, где шарниры складок соседних полос находятся на разных гипсометрических уровнях. По характеру складчатости отмечаются следующие полосы: изоклиальная складчатость Главного и Бокового хребтов, шарниры которых находятся на уровне 3500м; пологая складчатость сланцевого Дагестана, шарниры находятся на уровне 2300 м; коробчатая складчатость известнякового Дагестана, шарниры находятся на уровне 1200 м; передовая погребенная складчатость Предгорного Дагестана, где шарниры мезозойских складок имеют отрицательные отметки от – 500 м до -4000 м. Каждая из вышеперечисленных ступеней имеет свою особенность строения внутренней структуры.