

с более ранними суждениями С.С.Арефьева[3]. Однако, судя по необыкновенному закономерно проявлению этих землетрясений, не исключена возможность того, что форма плюмов в различных регионах разнообразна. Возможно, при формировании около Бамских землетрясений в Иране не поднимались два одинаковых по размерам и одинаковой силы плюма. По-видимому, вершина одного плюма состояла из двух пиков: один первый, достигший астеносферы и консолидированного фундамента, сформировал первое землетрясение в 2004 году, а второй пик через год – такой же силы. Но такая форма плюма не согласуется с проявлением Газлийских землетрясений, потому что эпицентры обоих землетрясений локализируются в одном месте. Здесь возможен несколько иной вариант формы плюма - четковидный, в виде цепочки бусин. Одна, первая бусина сформировала землетрясение $K=17$ в 1976г. А вторая подошла только через 8 лет, и обусловила такой же силы землетрясение - в 1984г. О каком же графике повторяемости может идти речь? Здесь нам вспоминается курьезный случай, происшедший в связи с первым катастрофическим землетрясением в Газли, когда профессор Шебалин, опираясь на график повторяемости, успокаивал местное население, заявляя: «Будьте спокойны, больше ничего не произойдет, аналогичное событие будет только через 140 лет», - и природа посмеялась над этим пророчеством.

Считаем так же необходимым добавить, что в свете изложенных представлений о роли плюмтектоники в формировании сильнейших и катастрофических землетрясений (и вообще сейсмичности) по нашему мнению, гипотезы ДД и ЛНТ приобретают второе дыхание. Потому что все-таки на первое место в процессах подготовки землетрясений выдвигается механика, но опять таки без признания региональности, гетерогенности, гетерофазности процессов им не обойтись.

Однако, наверное, нам пора и остановиться в своих предположениях и гипотезах, а то можно уйти слишком далеко от реальности.

Но нам представляется, что здесь мы ничего сверхъестественного не придумали. Время покажет.

Литература

1. *Амирханов Х.И., Суетнов В.В., Левкович Р.А., Гаурбеков Х.А.* Тепловой режим осадочных толщ: Даг. кн. изд-во. 1972. – 227с.
2. *Апродов В.А.* Вулканы. М.: Мысль, 1982. 367 с.
3. *Арефьев С.С.* Эпицентральные сейсмологические исследования. М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. 375 с.
4. *Артюшков Е.В., Мернер Н.–А.* Быстрое образование крутых флексур под осадочными бассейнами – указание на временную потерю прочности литосферного слоя // ДАН. 1997. Т. 356, №3. С. 385-386.
5. *Войтов Г.И., Гохберг М.Б., Киссин И.Г.* О динамике изменения состава газов подземных вод Кошабулакской структуры в период подготовки Газлийского землетрясения 18 мая 1984 г. // ДАН СССР. Т.284. № 1. С. 77–82.
6. *Войтов Г.И., Осика Д.Г., Ерохин В.Е.* Особенности вариаций изотопного состава водорода при землетрясениях в период заполнения водохранилища Чиркейской ГЭС (Дагестан) // ДАН СССР, 1978. Т. 242, № 5. С. 1181–1184.
7. *Горшков Г.П.* Сейсмоструктура территории юга СССР. М.: Наука, 1984.
8. *Грачев А.Ф.* Мантийные плюмы. - В кн. : Проблемы глобальной геодинамики. М. ГЕОС, 2000, с.79-82.
9. *Кадик А.А., Луканис О.А., Лапин И.В.* Физико-химические условия эволюции базальтовых магм в приповерхностных очагах. М.: Наука, 1990. 348 с.
10. *Каула У.М.* Тектоника и гравитационное поле Зе мли. В кн.: Природа твердой Земли. М.: Мир. 1975. С. 210-225.
11. *Ларин В.Н.* Гипотеза изначально гидридной Земли. М.: Недра, 1976.
12. *Летников Ф.А.* К вопросу о природе изменения скоростей продольных волн (V_p) в мантии, соотносимых с воздействием плюмов. – ДАН, 2003. Т. 390, № 5. С. 673–675. 2002. С. 110–119.
13. *Милановский Е.Е.* Геоморфология // Восточно-Африканская рифтовая система. 1974. Т.2. С. 58-106
14. *Осика Д.Г., Черкашин В.И.* Флюидодинамика и сейсмичность. - Махачкала: ИГ ДНЦ РАН, 2004. С. 110–119.
15. *Осика Д.Г., Янковская Т.С.* Водородная дегазация Земли на современном этапе ее эволюции и ее связь с сейсмичностью. – В материалах научно-практической конференции (2–5.09.2002 г.) «Геодинамика и сейсмичность Восточного Кавказа». Махачкала, 2002. *Поляк Б.Г.* Тепломассопоток из мантии в главных структурах земной коры. М.: Наука, 1988. 192 с.
16. *Пуцаровский Ю.М.* Нелинейная геодинамика и геология. – Природа, 1998. № 6. С. 13–18.
17. *Семенов П.П.* Геохимия сфер Земли. Киев: Наукова Думка, 1983. 91 с.
18. *Grachev A.F., Fedorovsky V.S.* On the nature of greenstone belts in Precambrian // Tectonophysics. 1981. Vol.73. P. 195-212.
19. *Morgan W.J.* Convection plumes in the lower mantle // Nature. 1971. Vol. 230. P. 42-45.
20. *Ma Z, Fu Zh, Zhang Y, Wang Ch at al.* Earthquake Prediction. Seismological Press Beijing. 1989. P.332.

Оптимизация прогностических наблюдений сейсмического режима Восточного Предкавказья

Г.С. Казарьянц, А.А. Гаджиев, Н.Л. Пономарева
ИГ ДНЦ РАН, ДГПИ, Сейсмостанция «Махачкала»

Для успешного решения задачи прогнозирования готовящегося сильного землетрясения необходимо выполнить ряд условий:

1. В связи со сложностью задачи сейсмического прогноза требуется получение и обработка прогностической информации с использованием современных методов и технических средств, позволяющих оперативно решать задачу.
2. Прогноз может быть успешным только в том случае, когда наблюдения и получаемая информация удовлетворяет очевидным требованиям систематичности, достоверности и точности.
3. Организация наблюдений должна быть построена на основе теоретически правдоподобных и практически подтвержденных (хотя бы частично) характеристиках объекта наблюдений.

Краткосрочный прогноз (с упреждением в 1 год и менее) сильного землетрясения может быть осуществлен лишь комплексом предвестников, всесторонне характеризующих геодинамические процессы: сейсмические (микросейсмы, форшоки и др.), геофизические, флюидодинамические, геофизические, деформационные. При этом следует отметить, что в исследуемом районе для каждой задачи характерны свои, индивидуальные (в смысле информативности) предвестники. Поэтому выбор предвестников для каждой зоны и исследуемого района в целом – особо важная задача. Но очевидным является и то обстоятельство, что информативность того или иного предвестника зависит главным образом от геологической структуры и геодинамики этой зоны.

В этой работе нами сделаны попытка обосновать, оптимальную, с точки зрения затрат и успешности решения задачи прогнозирования организацию наблюдений в четырех зонах, выделенных как зоны идентичной геодинамики, характерных для Восточного Предкавказья.

Лаборатория геодинамики и сейсмологии длительный период времени занимается полевыми наблюдениями предвестников землетрясений. Отработана методика наблюдений различных видов предвестников, выработаны критерии, конкретные для данного региона, определения приближения сейсмической опасности. Для объяснения полученных результатов привлекаются различные теоретические модели: ДД, ЛНТ, стик-слип и др., которые находятся в рамках существующих представлений о природе сейсмичности. Как всякие формальные модели они имеют свои ограничения и описывают разные стороны такого сложного и многопланового явления как землетрясение. Вследствие своих ограничений они не могут претендовать на полное описание процесса подготовки и свершения события, но именно ограничения являются основой будущих теоретических разработок, поэтому игнорировать или считать существующие модели устаревшими было бы ошибочно. Так или иначе, все эти модели приходят к такому геофизическому понятию как геологический разлом.

Из статистики распределения эпицентров землетрясений по территории нашей республики и устоявшихся представлений о разломной тектонике, отмеченной на карте трассирования разломов по площади, очевидна связь сейсмических событий с разломами, что в свою очередь не противоречит ни одной теоретической модели. Следовательно, постоянное наблюдение за поведением разломов может намного облегчить решение задачу выявления готовящегося землетрясения.

В последнее время появилась надежда на расширение прогностических наблюдений, однако скорей всего оно будет не очень значительным, хотя актуальность сейсмической опасности региона известна и этими вопросами в той или иной степени неизбежно будет заниматься лаборатория сейсмологии и геодинамики. Поэтому, имея в виду ограниченность финансирования, есть смысл оптимизировать проведение режимных наблюдений по прогнозу землетрясений

Известно, что одним из основных информативных предвестников готовящегося землетрясения является увеличение частоты и количества микросейсмических событий, что кстати упоминается в любой формальной модели процесса. Постоянное отслеживание этого предвестника в автоматическом режиме, технологически вполне решаемая задача, не требующая больших затрат, т.к. подобная аппаратура разработана и уже выпускается.

Все вышеизложенное наводит на мысль о создании упорядоченной системы мониторинга сейсмической опасности территории республики, во главу угла которой ставится аппаратура, регистрирующая микросейсмы. Для этого предполагается разбить регион согласно тектонической карте трассирования разломов на ряд, вполне допустимо, неравновеликих участков, покрывающих всю сейсмоопасную территорию. Основой подобного разбиения должна служить карта тектонических разломов, где выделены [1] три системы разломов различного простирания: продольного (общекавказского), поперечного (северо-восточного) и диагонального (северо-западного). Основным критерием величины каждого участка могут выступать:

- а. линейные размеры разломов;
- б. связь предполагаемого участка разлома с разломами смежных участков;
- в. известные статистические данные частоты сейсмических событий;
- г. удобство доступа, в смысле подъезда транспорта, к участку. Вполне допустимы и другие, дополнительные критерии.

Рассмотрим геодинамическую схему Восточно-Кавказского блока.

Прежде всего, заслуживает рассмотрения геодинамическая позиция Дагестанского клина. На ней отчетливо видны сдвиго-надвиги широтной и субмеридиональной ориентации, которые создают структурный каркас орогена. Дагестанский клин образуется на месте пересечения сдвиго-надвигов контрастной ориентации, чем и объясняются его специфические геодинамические особенности.

Помимо Дагестанского клина здесь, намечаются аналогичные зоны пересечения контрастных дислокаций по другим трем углам блока. С геологических позиций все четыре клиновидные зоны имеют много общих черт: именно здесь локализованы известные выступы субстрата в виде кольцевых морфоструктур с признаками новейших контрастных движений. Помимо морфоструктурных признаков имеются и другие общие черты: сейсмическая активность, геотермальная активность, рудные и гидроминеральные поля. Так в пределах Дагестанского клина известны три мезозойских выступа: Сулакский, Эрпелинский и Унцукульский, для которых характерны различные проявления эндогенной активности –

сероводородные термальные воды, месторождения серы и каолина, кварц- карбонатные и нептунические дайки, хаотические комплексы (олистостромы, олистолиты) и т.д.

Другой узел расположенный южнее г. Дербент, включает широкий набор геодинамических и флюидогеодинамических проявлений на трех выступах субстрата: грязевой вулканизм (Арабляр, Аджиноур), палеовулканизм, углекислые минеральные воды диапировые структуры (Чалах) и хаотические комплексы в виде структур течения и будинажа (Хучни).

Третий узел расположен на пересечении бассейнов рек Самур, Ахтычай, Курахчай и Чирахчай. Здесь характерными проявлениями эндодинамики являются: рудопоявления на Касумкентском своде, медноколчеданное месторождение Кизил-Дире, термальные воды (азотные и обогащенные гелием) в Ахта и Хнове. Четвертый узел расположен в верховьях Андийского Койсу, где широко известна провинция углекислотных термоминеральных вод, проявления серебра и полиметаллов, потухшие вулканические аппараты и т.д. Таким образом, все старые узлы геодинамической ячейки Восточного Кавказа несут явные следы геодинамической активности, в том числе и сейсмической.

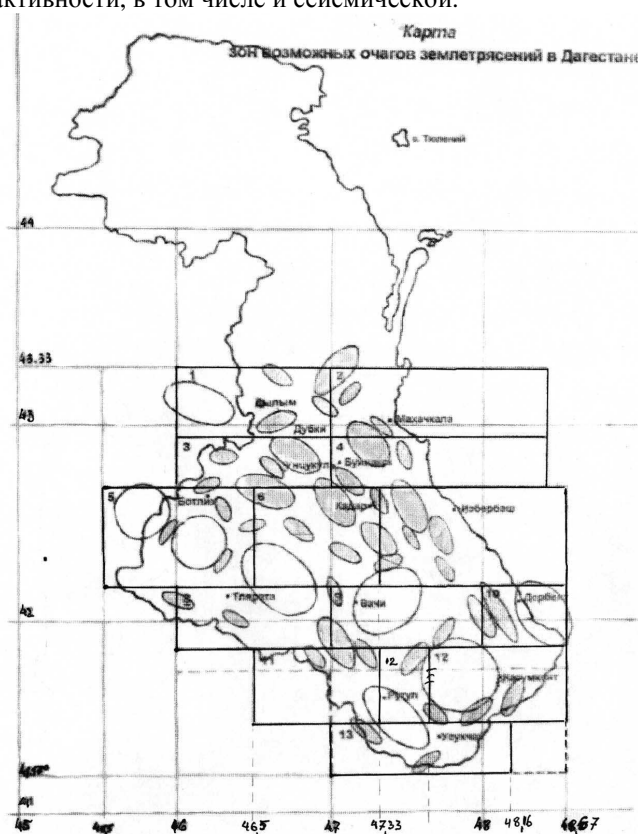


Рис. 1.

Отмеченные зоны хорошо согласуются с картой возможных очагов землетрясений (ВОЗ) в пределах территории республики [2]. Весь район разбит на 13 зон ВОЗ, выделенных с учетом геолого-тектонических особенностей и накопленной сейсмостатистики.

Таблице 1.

Координаты и крупные населенные пункты зоны.

№ зоны	Населенный пункт	φ^0 (с.ш.)	λ^0 (в.д.)
1	Дылым-Дубки	42,92-43,3	46,0-47,0
2	Махачкала	42,92-43,3	47,0-48,5
3	Унцукуль	42,68-42,92	46,0-47,0
4	Буйнакск	42,68-42,92	47,0-48,5
5	Ботлих	42,17-42,68	45,5-46,5
6	Кумух	42,17-42,68	46,5-47,33
7	Изберг-Новокаякент	42,17-42,68	47,33-48,67
8	Тлярата	41,83-42,17	46,0-47,0
9	Вачи	41,83-42,17	47,0-48,0
10	Дербент	41,83-42,17	48,0-48,67
11	Рутул	41,42-41,83	46,5-47,33
12	Касумкент	41,42-41,83	47,33-48,67
13	Усухчай	41,2 -41,42	47,00-48,50

Для каждой зоны, в свою очередь, составлена таблица рейтинга сейсмической активности за последние 30 лет. Здесь рейтинг определен как числовая характеристика энергетического эквивалента сейсмособытий по всем классам, за заданный промежуток времени по формуле:

$$R_i = \sum_{i=7}^{17} F_i N_i$$

Где N_i - число сейсмособытий i - того класса за заданный интервал времени, F_i - число Фибоначчи, введенное для удобства расчетов при переходе от известного логарифмического соотношения между магнитудой и энергией землетрясений к линейному.

Таблица 2.

Значения рейтингов сейсмической активности Восточного Кавказа.

Год	Номера зон сейсмической активности													Σ по годам
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1970	314	436		36			68							754
1971		10												10
1972	26	20											16	62
1973														
1974	88	12	234	28	38	6		24	6	12	68	14	12	542
1975	198	158	228	622	16	8	64	24	8	12	46	54	4	1442
1976	12	6	26	38	6	22		20	22		12	6	16	186
1977	30	18	108	50							16			162
1978	56	100	88	18			10	94			22	10	18	416
1979	58	12	58	30	16		18	38		12	12	6		260
1980	30	18	24	12	10	16	12	18			18	6	16	180
1981	10		18	26		18	8	14	18	24	34	42	32	244
1982	55	48	51	27	9	27	5	22	27	17	67	35	22	412
1983	49	24	78	39	3	8	2	6					35	244
1984	23	6	20	14	14	5	7		5	5	5			114
1985	29	2	16	7	12	3	5	7	3		3	5		92
1986	41	22	14	11	22	5	3	16	5		7	15		161
1987	13		27	5	4		3	21				3		76
1988	55	13	9	8	29	16	22	7		5			68	232
1989	37	21	19	10	18	13	5	9	13			21		166
1990	33		54		8		10	12						117
1991	5		5		5									15
1992	16	10	88											114
1993	6	3			14						8			31
1994		10	2	5	8			8			13			46
1995	15	8	5				3							31
1996	17	3	5		5									30
1997	25	8	10	13				34						90
1998	5	16			12			6						39
Σ по зонам	1256	984	1182	998	35	147	300	380	107	95	345	217	239	

Здесь также наблюдается определенное совпадение вышеупомянутых геолого- тектонических узлов с зонами высоких значений рейтингов сейсмической активности, а также подтверждается современное состояние сейсмической активности исследуемого региона.

Мы полагаем, что все это дает нам основание предложить разместить в четырех узловых точках Восточного Предкавказья - Дагестанский клин, верховья Андийского Койсу, район южнее г. Дербент и район пересечения бассейнов рек Самур, Ахтычай, Курахчай аппаратуру для регистрации микросейсмических процессов в непрерывном режиме. Обработка регистрируемой информации с помощью компьютерных технологий в псевдореальном или реальном масштабах времени позволит:

1. контролировать сейсмическую обстановку в этих точках;
2. определять вектор развития ситуации по разломам и в прилегающем районе;
3. при подключении информации сети региональных сейсмостанций определять уровень сейсмической опасности;
4. своевременно организовывать соответствующий режим наблюдения других, доступных информационных признаков готовящегося землетрясения;
5. обработка сопутствующего большого объема информации позволит обоснованно моделировать тенденцию развития геофизических процессов на различных уровнях.

Литература

1. Крамынин П.И., Черкашин В.И. Геодинамический режим, сейсмичность и перспективы развития сейсмологии в Дагестане. //Геодинамика и сейсмичность Восточного Кавказа/ Матер. научно-практ. конференции (2 – 5 сент. 2002 г.). – Махачкала. – 2002.- С. 54-58.
2. Гаджиев А.А., Гаджиев Р.А. Интегральная количественная мера сейсмической активности и ее прогностические возможности./ Вестник Дагестанского научного центра, №5.- Махачкала.- 1999.- С.26-31.
3. Гаджиев А.А. Предсказание землетрясений (нетрадиционный подход к решению). – Махачкала. – 2005. -404 С.