Известия НАН РА, Науки о Земле, 2015, 68, № 2, 31-43

АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАБОТКИ СЕЙСМОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ АРМЕНИИ

© 2015 г. А.М. Аветисян˚,В.Ю. Бурмин˚˚, А.О. Оганесян˚, К.С. Казарян˚

˚ Институт геофизики и инженерной сейсмологии НАН Армении, г. Гюмри, Армения,
E-mail:avet.andrey@mail.ru
˚˚ Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва, Россия
Поступила в редакцию 17.03.2015 г.

Аннотация. В работе рассматриваются вопросы анализа качества бюллетеней землетрясений РА. Показано, что достоверность имеющихся данных далека от того, чтобы можно было использовать все представленные результаты для построения трехмерной модели глубинного строения Армении по сейсмическим данным. Показано, что первоочередной задачей для изучения глубинного строения Армении является анализ, корректировка и переопределение координат гипоцентров землетрясений. Приводится сравнение трехмерной гравитационной модели с пространственным распределением землетрясений. Установлено отсутствие закономерности приуроченности эпицентров землетрясений к определенным геологическим структурам.

Основными проблемами физики землетрясений, по определению Г.А.Гамбурцева, являются “вопросы пространственного взаимоотношения между зонами слабых и гипоцентральными областями сильных землетрясений, выявление живых разломов, изучение динамических характеристик очагов, как показатель сейсмичности (Проблемы землетрясений, 1954).

Хорошо известно, что для успешного прогноза сильных землетрясений, сейсмического районирования и сейсмостойкого строительства необходимо, прежде всего, иметь достаточно четкое представление о распределении гипоцентров землетрясений на изучаемой территории.

При решении различных задач исследователей обычно интересует не только значение искомых параметров, но и оценки точности получаемых результатов. В связи с этим, очень существенно для практики уметь оценивать как ошибки самих измерений, так и результатов действий над ними, ибо только в этом случае можно с достаточной уверенностью пользоваться выводами из этих наблюдений.

В данной работе приводится метод анализа результатов наблюдений и обработки сейсмологической информации. Оценка точности определения параметров землетрясений является одной из важнейших задач сейсмологии, так как они используются как исходные данные при решении ряда задач экспериментальной и теоретической сейсмологии (Аветисян и др., 2012).

Для того, чтобы сделать какие-либо выводы и приурочить очаги землетрясений к определенным геологическим структурам, прежде всего, необходимо знать с какой точностью определены координаты очагов.

Помимо этого, необходимо иметь также достаточно детальное представление о глубинном строении земной коры и верхней мантии, где происходят процессы, связанные с подготовкой землетрясений. Процесс подготовки

землетрясений обусловлен особенностями глубинного строения и напряженного состояния литосферы.

Поэтому, чтобы получить представление об уровне сейсмической опасности в данном регионе, необходимо изучить глубинное строение региона различными методами и прежде всего, сейсмическими.

Комплексный анализ геолого-геофизических и сейсмологических данных, с применением современных методов их обработки, позволит получить новые представления о сейсмичности изучаемого района, с этой целью в работе сравниваются сейсмологические данные с гравитационной моделью, приведенной в работе (Оганесян и др., 2005). Необходимо также отметить, что для уточнения гравитационной модели необходимым условием являются оценки пространственных распределений координат землетрясений, которые позволяют на карте выделить границы разломов, и распределение гипоцентров вдоль определенного блока (Аветисян и др., 2012).

О блоковой структуре верхней части земной коры РА свидетельствуют результаты работ (Оганесян и др., 2002; Оганесян и др., 2005) проводимых в ИГИС НАН РА.

Многочисленными исследованиями за более чем полвека доказано, что земная кора территории Армении – продукт сложных динамических процессов, изучение которых возможно путем построения различных абстракций или моделей этих процессов. Для построения структурной модели земной коры Армении были использованы результаты трехмерной количественной интерпретации гравитационного поля в комплексе с данными Глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ) и сейсмологии. А в качестве показателей этих структур приняты геолого-геоморфологические, геофизические и геотермические признаки. (Оганесян и др.,1988; Геолого-геофизические условия ..., 1990; Габриелян и др., 1981; Краснопевцева, 1984; Варданян и др., 1985; Бердичевский и др., 1998).

В результате отмеченного комплекса исследований было подтверждено, что земная кора территории Армении имеет трехслойное строение, границы которых совпадают с поверхностями кристаллического фундамента, Конрада и Мохоровичича. Установлены также места локализации вертикальных неоднородностей, в геологическом отношении совпадающих с зонами глубинных разломов. Были составлены схемы разломно-блокового строения земной коры на трех уровнях глубины (Оганесян и др., 2002):

1. по поверхности кристаллического фундамента (средняя глубина 5 км.);
2. по подошве сейсмоактивного слоя коры (средняя глубина 20 км.);
3. по границе Мохоровичича (средняя глубина 45 км.).

Из них для структурной модели сейсмоактивного слоя выбрана вторая схема, характеризующая структурные особенности земной коры в пределах глубин 13-30 км. Выбор отмеченных пределов обосновывается понятием о "сейсмоактивном слое", подошва которого, по данным о гипоцентрах землетрясений, в Армении расположена в пределах этих глубин.

Об активности этого слоя свидетельствуют также структурно-скоростные модели, построенные по данным ГСЗ. Согласно последним, существуют три уровня распределения скоростей, промежуточный из которых заключен в пределах 12-26км (Геолого-геофизические условия ..., 1990). На этом уровне происходят изменения физического состава и состояния материи, в связи с чем происходят изменения также пластовых скоростей. Пред-

полагается, что именно к таким областям изменений приурочены очаги землетрясений, происходящих на территории Армении. Аналогичные данные получены при построении тепловой модели вулканических областей, согласно которой на уровне глубин 17-23км. существуют слои частичного плавления горных пород, в граничных областях которых происходит накопление термоупругих напряжений, приводящих к разрушению сплошности среды (Варданян и др., 1985). Эти области, скорее всего, составляют ту поверхность, по которой происходят горизонтальные передвижения мегаблоков и блоков земной коры, которые, в свою очередь, приводят к изменению напряженно-деформированного состояния, накоплению упругих напряжений и возникновению землетрясений.

Для территории Армении модель верхней части земной коры представляется в виде системы блоков, границами которых служат разломы, некоторые из которых имеют большую глубину проникновения в земную кору. По сравнению с моделью кристаллического фундамента здесь размеры блоков более крупные, а, следовательно, количество разломов меньше. Кроме того, на этом уровне структурные элементы имеют определенное – северо-западное простирание (Оганесян и др., 2005).

Несмотря на значительный успех и хорошую изученность свойств и особенностей гравиметрического моделирования, ее практическое применение весьма ограничено.

Территория республики Армения принадлежит к тектонически-активной и сейсмоопасной зоне Кавказа. Геодинамическая активность здесь выражается в современных медленных движениях поверхности, разломов и блоков коры, а также в быстрых сейсмогенных подвижках по разломам и в узлах их пересечения. На территории Армении происходили землетрясения с магнитудами до 7.0 относящиеся к разряду катастрофических землетрясений.

Несмотря на то, что строению земной коры и верхней мантии территории Кавказа и, в частности, Республики Армения посвящен ряд работ (Краснопевцева, 1984; Аветисян, 2006; Баграмян, 2008) строение территории изучено недостаточно.

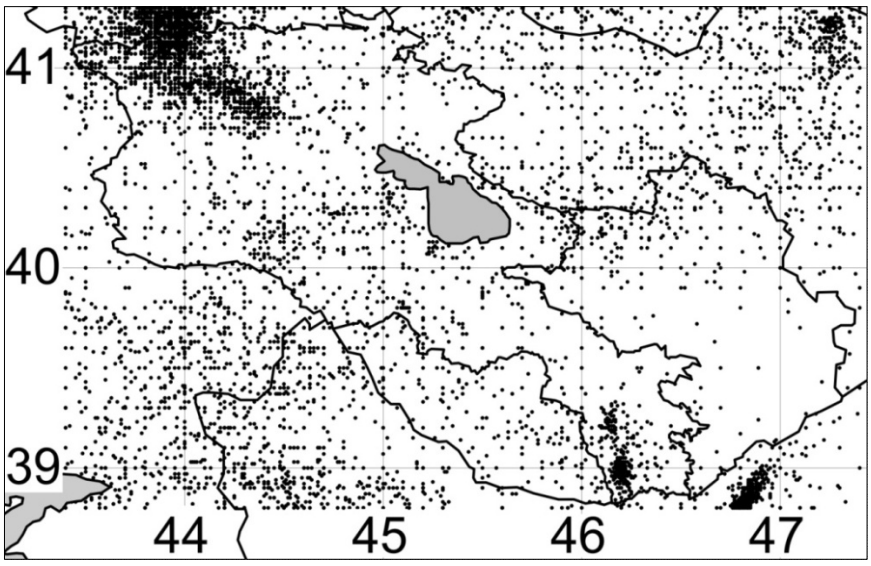

Рис.1. Распределение эпицентров землетрясений Армении за период 1962-2011гг.

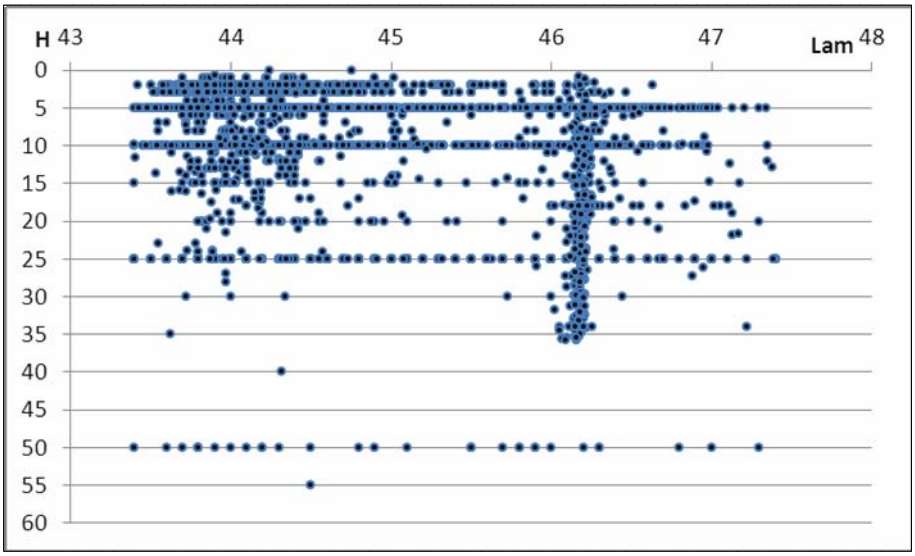

Рис.2. Распределение гипоцентров землетрясений Армении за период 1962-2011гг.

В современных условиях для изучения глубинного строения территории Армении, уточнения гравитационной модели и корреляции сейсмологических и гравитационных данных целесообразно использовать данные о землетрясениях, которые в достаточном количестве накоплены сейсмическими станциями Кавказа. Однако, как предварительный анализ полученных результатов по разным авторам, так и качество каталогов и бюллетеней Армянских землетрясений далеки от того, чтобы можно было использовать все данные представленные в них для решения актуальных задач современной геофизики. Для того чтобы убедится в этом, достаточно посмотреть на распределение эпицентров и гипоцентров землетрясений территории Армении, а также распределение точек графика Вадати (т.е. зависимость пробега P-волны от времени пробега фиктивной (S-P) волны).

Из этих рисунков видно, что эпицентры землетрясений достаточно равномерно распределены по территории региона, и за редким исключением, не приурочены к тектоническим структурам, что вызывает сомнение, т.е. при всей совокупности эпицентров на рассматриваемой территории не отмечается определенная зональность, нет закономерности приуроченности эпицентров землетрясений к определенным геологическим структурам. По этим распределениям можно предположить, что для территории Армении не характерны блоковые структуры, что противоречит нашим представлениям, по результатам многочисленных исследований, а также по структуре верхней части земной коры региона (Волчанская, 1971; Габриелян, 1981; Карапетян, 1988; Оганесян, 2005; Аветисян, 2006).

При этом глубины очагов определялись весьма приближенно, что для большинства гипоцентров выражено преимущественно в их дискретных значениях (5, 10, 15, 25). В настоящее время в Армении при обработке сейсмологической информации используется американская программа HYPO-71, которая предназначена для определения координат гипоцентров близких землетрясений, а в качестве скоростной модели используется годограф Левицкой-Лебедевой для глубины порядка 25км. Как справедливо

отмечают авторы (Левицкая, Лебедева, 1953), построенный годограф для h=25км следует считать предварительным, который получен на основе обработки 19 землетрясений по методу наименьших квадратов. Формулы имели большую среднюю квадратичную ошибку, так как наблюдательный материал был ограничен, и самое главное, здесь имело значение разнообразие геологических структур Закавказья (Левицкая, Лебедева, 1953).

Для получения достоверных результатов в программе HYPO-71 вводятся некоторые ограничения на исходные данные, а также приводится контроль полученных результатов. Однако классический способ сравнения с точными решениями, то есть анализ полученных результатов и оценка алгоритма может быть получена методом математического моделирования, когда положение гипоцентра заранее известно.

Общеметодологические принципы теории и практики интерпретации сейсмологической информации, а также основные методы повышения точности регистрации и обработки представлены в работе (Аветисян и др. 2012).

Распределение точек графиков Вадати имеют большой разброс и говорить о приемлемом определении гипоцентров землетрясений не приходится.

За период 1971-1990гг. сейсмическая сеть Армении включала 13 сейсмических станций, в качестве исходных данных взяты 263 сейсмических событий. График зависимости времен пробега поперечных волн (Ts) от времен пробега продольных волн (Tp) представлен на рис. 3.

Рис.3. График зависимости времен пробега поперечных волн (Ts) от времен пробега продольных волн (Tp) для землетрясений 1971-1990гг.

Рис.4. График зависимости времен пробега поперечных волн (Ts) от времен пробега продольных волн (Tp) для землетрясений 1991-2010гг. Армении

[illegible] ных удовлетворяют заданному условию gam-[1.5-2]. При условии gam-[1.7-2], 72.6% данных попадали в этот диапазон.

Корректировка исходных данных проводилась с помощью отношения скоростей продольных и поперечных волн равно 1.73. Под gam имеется ввиду те значения Vp/Vs, которые находятся в интервале [1.5-2].

За период 1991-2010гг. нами было собрано 235 сейсмических событий. Эти землетрясения были зарегистрированы 34 станциями. Как видно из рисунка 4, несмотря на число увеличения станций, распределение точек за

этот период времени имеют более широкий разброс, по сравнению с 1971-1990гг.

Из собранных за период 1991-2010гг. 235 данных только 77.5% удовлетворяют заданному условию gam-[1.5-2]. При условии gam-[1.7-2], показатели резко ухудшились, и только 58.3% данных попали в этот диапазон.

При заданном условии gam-[1.5-2], зависимости t_s от t_p представлены на рисунках 5 и 6, для соответствующих периодов времен.

Графики зависимостей времен пробега поперечных волн (Ts) от времен пробега продольных волн (Tp) в периоды 1971-1990гг. и 1991-2010гг., при заданном условии gam-[1.7-2] представлены на рисунках 7 и 8.

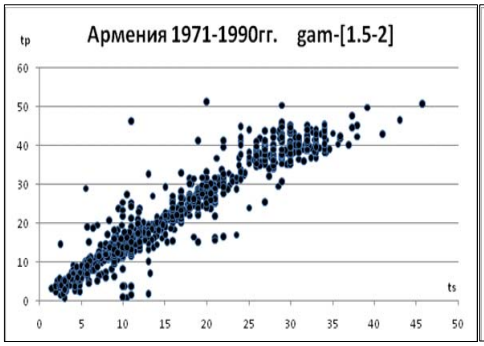

Рис.5. График зависимости времен пробега поперечных волн (Ts) от времен пробега продольных волн (Tp) для землетрясений 1971-1990гг. Армении при заданном условии gam-[1.5-2]

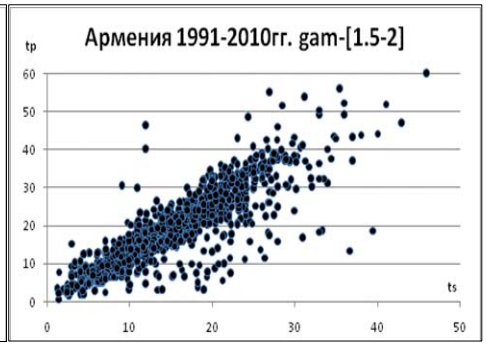

Рис.6. График зависимости времен пробега поперечных волн (Ts) от времен пробега продольных волн (Tp) для землетрясений 1991-2010гг. Армении при заданном условии gam-[1.5-2]

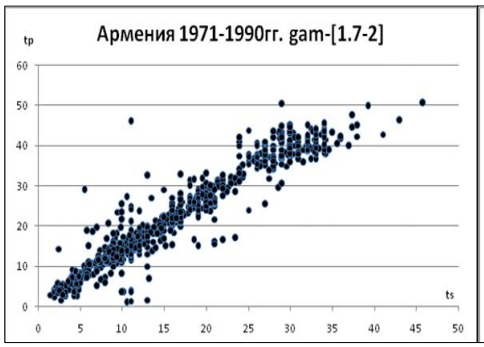

Рис.7. График зависимости времен пробега поперечных волн (Ts) от времен пробега продольных волн (Tp) для землетрясений 1971-1990гг. Армении при заданном условии gam-[1.7-2]

Рис.8. График зависимости времен пробега поперечных волн (Ts) от времен пробега продольных волн (Tp) для землетрясений 1991-2010гг. Армении при заданном условии gam-[1.7-2]

Данные об этих станциях, действующих за период 1971-1990гг., приведены в таблице 1, а за период 1991-2010гг. в табл. 2, а их пространственное распределение соответственно на рисунках 9 и 10.

Таблица 1

Координаты сейсмических станций Армении за период 1971-1990гг.

N	Код станций	Шир.	Дол.	Высота (м) над ур. моря	N	Код станций	Шир.	Дол.	Высота (м) над ур. моря
1	ARR	39.82	44.75	819	8	KRM	39.35	46.38	1500
2	BAW	41.12	43.80	2160	9	LEN	40.78	43.80	1570
3	ERE	40.17	44.47	998	10	MCR	40.14	44.14	850
4	GAR	40.15	44.74	1230	11	PAR	40.15	44.38	890
5	GRS	39.53	46.34	1399	12	STE	41.00	44.37	1390
6	IDJ	40.80	45.20	700	13	KDR	39.15	46.15	2155
7	ISK	40.63	43.70	1435					

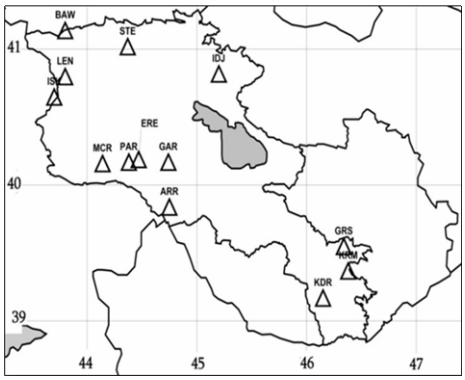

Рис. 9. Сейсмические станции Армении, действующие за период 1971-1990гг.

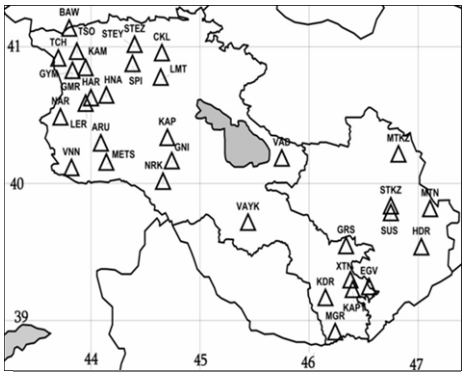

Рис.10. Сейсмические станции Армении, действующие за период 1991-2010гг.

Таблица 2

Координаты сейсмических станций Армении за период 1991-2010гг.

N	Код станции	Шир.	Дол.	Высота (м) ур.м.	N	Код станции	Шир.	Дол.	Высота (м) ур.м.
1	NRK	40.00	44.66	1042.0	18	EGV	39.23	46.55	1175.0
2	ARU	40.28	44.09	1200.0	19	MGR	38.90	46.24	647.0
3	KAP	40.32	44.70	1700.0	20	KDR	39.15	46.15	2086.0
4	VNN	40.10	43.82	1020.0	21	VAD	40.17	45.75	2000.0
5	METS	40.14	44.14	853.0	22	STEY	41.00	44.40	1423.0
6	NAR	40.47	43.72	1550.0	23	GRS	39.53	46.34	1399.0
7	GYM	40.81	43.83	1560.0	24	GMR	40.81	43.83	1560.0
8	TCH	40.90	43.70	1860.0	25	BAW	41.12	43.80	2101.3

9	**HAR**	40.61	44.00	1980.0	**26**	**GNI**	40.15	44.74	1560.0
10	**TSO**	40.95	43.87	1970.0	**27**	**HDR**	39.52	47.03	640.0
11	**KAM**	40.83	43.95	1954.4	**28**	**MTN**	39.80	47.11	435.0
12	**HNA**	40.63	44.14	2150.0	**29**	**SUS**	39.77	46.75	1250.0
13	**LER**	40.57	43.95	1996.0	**30**	**MTKZ**	40.20	46.82	400.0
14	**SPI**	40.86	44.38	1590.0	**31**	**STKZ**	39.82	46.75	600.0
15	**LMT**	40.76	44.64	1810.0	**32**	**STEZ**	41.00	44.40	1423.0
16	**CKL**	40.94	44.65	1410.0	**33**	**VAYK**	39.70	45.44	1253.0
17	**XTN**	39.28	46.38	1071.0	**34**	**KAP1**	39.21	46.40	862.0

Результаты исследований, удовлетворяющие разным периодам гамма (gam), приводятся в таблице 3.

Таблица 3

Период гг.	**Количество землетрясений**	**Количество станций**	**gam [1.5-2]**	**gam [1.7-2]**
1971-1990	263	13	89.7 %	72.6%
1991-2010	235	34	77.4%	58.3%

Справедливости ради следует отметить, что в бюллетенях Северного Кавказа, Джавахетского нагорья и Крыма точность исходных данных выше, чем в Армении.

О плохом качестве исходных данных и каталога землетрясений Армении свидетельствуют результаты в работе (Артемова, Михайлова, 2014), где выявлены также промышленные взрывы. В связи с этим объем информации в каталогах землетрясений Республики Армении резко возрос и составил N=1306, 1901 и 1667 сейсмических событий соответственно в 2006-2008гг., в то время как в 2004, 2005гг. было зафиксировано соответственно 560 и 546 землетрясений. Столь резкое увеличение количества событий заслуживает специального рассмотрения и имеет важное значение для правильной оценки пространственно-временной динамики сейсмических процессов на территории Армении.

О достоверности исходных или обработанных данных говорят также скоростные кривые, полученные по различным методам. Решая одну и ту же задачу, авторы получили 5 разных кривых, которые свидетельствуют о разных степенях достоверности исходной информации.

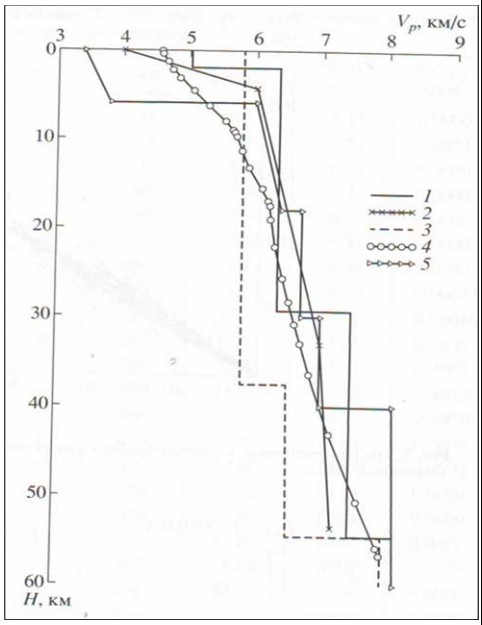

Рис.11. Скоростные кривые, полученные по различным данным

1. Бурмин В.Ю., Аветисян А.М., Геворкян К.В. Анализ исходных данных региональной сейсмологической сети Кавказа и построение по ним осредненной скоростной кривой. Вулканология и сейсмология, 2006, N1, с. 68-77.
2. Геолого-геофизические условия в очаговой зоне Спитакского землетрясения 1988г. Отчет Министерства Геологии СССР, НПО "Нефтегеофизика".М.: 1990. 113 с.
3. Карапетян Н.К. Годографы сейсмических волн для землетрясений Армянского нагорья. Ереван. АН АрмССР, 1974, 142с.
4. Саакян А.А Эпицентральные поправки к стандартному годографу Джеффриса-Буллена для Армянского нагорья, - Изв.АН Арм.ССР, Науки о Земле. 1981, № 5, с. 75-81.
5. Краснопевцева Г.В. Глубинное строение Кавказского сейсмоактивного региона. М.: Наука, 1984, 108 с.

В работе Н.К.Карапетян для построения годографов сейсмических волн Армянского нагорья построены графики зависимости пробега P и S волн от гипоцентрального расстояния при разных глубинах очага. В очаге отобранных 120 землетрясений время было определено графическим способом, предложенным Е.В.Саваренским и В.Т.Архангельской. Показано, что отношение скоростей прямых продольных и поперечных волн в условиях Армянского нагорья равно 1.72 (НПО "Нефтегеофизика".М.: 1990, 113 с.). Значение вариации скоростей во времени с целью прогноза землетрясений, рассмотрено также в работе (Айрапетян, 2008), где показано, что эти значения меняются от 1.33-2.18.

Однако, изменение любого из вышеизложенных параметров может рассматриваться предвестником в том случае, когда погрешность измерений и результат обработки не превосходит величину аномалии.

При построении скоростной кривой в статье (Бурмин и др., 2006) в качестве исходных данных были взяты времена прихода продольных и поперечных волн от 330 землетрясений, зарегистрированных Кавказкой сейсмической сетью в 1990г.. При этом данные отбраковывались по двум критериям. По первому критерию как неправдоподобные отбрасывались все события, для которых отношение скоростей продольных и поперечных волн не попадали в интервал значений 1.0-2.2. Однако данные, даже попав в заданный интервал точки на графике Вадати на больших эпицентральных расстояниях, могут значительно отстоять от усредняющей прямой линии. По второму критерию не учитывались события, для которых среднеквадратическое отклонение времен пробега волн на графике Вадати от

прямой линии превышало 1с. Эти два независимых критерия дополняют друг друга.

Всего было отбраковано 90 событий. Заметим также, что при обработке данных Армянской сейсмической службой не удалось определить гипоцентры около 80 землетрясений. Интересно отметить, что при пересчете координат гипоцентров землетрясений с фиксированным значением Vp/Vs, число отбракованных событий по второму критерию оказалось равным 260.

Все эти примеры свидетельствуют о том, что при решении задач сейсмологии, вопрос о качестве экспериментальных данных и правилах отбора экспериментального материала в публикациях не обсуждается, в связи с чем при решении одной и той же задачи получаются разные результаты. Необходимо отметить, что точность окончательного результата существенно зависит как от алгоритма обработки, так и от точности исходных данных.

Анализ достоверности результатов не так прост, как может показаться, и получение хороших оценок результатов остается проблематичным.

Выводы

Из полученных результатов можно сделать следующие выводы

1. При определении времен прихода сейсмических волн имеются большие ошибки, которые не позволяют проводить качественную обработку наблюдений с целью локации землетрясений и, следовательно, получения достоверных результатов
2. Для более надежной локации землетрясений на территории Армении не следует использовать годограф Лебедева-Левицкой, а надо пользоваться скоростной колонкой полученной в работе (Бурмин и др., 2006).
3. Полученные результаты не могут являться основной для развития научных исследований в области прогноза землетрясений и детального изучения строения земной коры и верхней мантии.
4. Результаты совместного анализа гравиметрических и сейсмологических данных противоречат нашим представлениям о блоковом строении земной коры территории Армении, что еще раз указывает на недостоверность определения координат гипоцентров землетрясений.
5. При построении 3-D скоростной модели необходимо провести комплексный анализ гравиметрических и сейсмологических данных.
6. Методы определения координат гипоцентров землетрясений сводятся к минимизации функционала невязок теоретических и наблюдаемых времен пробега. Такой подход к определению гипоцентров не является оптимальным (Аветисян и др., 2012), и поэтому для определения координат гипоцентров землетрясений необходимо применять новый подход (Бурмин, 1992, Бурмин и др., 2006) к решению данной задачи.

ЛИТЕРАТУРА

Аветисян А.М., Бурмин В.Ю., Манукян А.Г. Основные методы повышения точности регистрации и обработки сейсмологической информации. Известия НАН РА, Науки о Земле, 3, 2012, с. 60-70.

Аветисян А.М., Смагличенко Т.А., Николаев А.В. Томографическое исследование верхней части коры в афтершоковой области Спитакского землетрясения 1988г. Журнал "Вулканология и сейсмология", N 5-6, Москва. 2006.

Айрапетян В. Изменение отношения Vp/Vs перед землетрясением 2007 года. Сб. научных трудов конференции, посвященной 100-летию со дня рождения основателя ИГИС НАН РА, академика А.Г. Назарова. Гюмри, 2008, с. 249-255.

Аракелян Ф.О., Кадурин И.Н., Ракитов В.А. Глубинное строение земной коры на территории Армении по данным ГСЗ и МОВЗ. Материалы девятой международной сейсмологической школы. Агверан, 2014, с. 46-48.

Артемова Е.В., Михайлова Р.С. Возможные взрывы в каталоге землетрясений Республики Армении за 2006-2008 гг. Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы девятой международной сейсмологической школы. Обнинск, 2014, с. 49-53.

Баграмян А.Х. Изучение глубинных разломов по поверхностным волнам. Современные задачи геофизики и инженерной сейсмологии. Сб. научных трудов, изд. Гитутюн НАН РА Гюмри, 2008, с. 256-264.

Бердичевский М.Н., Борисова В.П., Ваньян Л.Л., Голубцова Н.С., Чернявский Г.А. Глубинные геоэлектрические исследования Малого Кавказа. В кн.: "Геоэлектрическая модель тектоносферы Евразитского складчатого пояса и сопредельных территорий ", Киев, изд. "Знания", 1998, с. 152-168.

Бурмин В.Ю. Новый подход к определению параметров гипоцентров близких землетрясений. Вулканология и сейсмология. 1992, № 3, с.73-82.

Бурмин В.Ю., Аветисян А.М., Геворкян К.В. Анализ исходных данных региональной сейсмологической сети Кавказа и построение по ним осредненной скоростной кривой. Вулканология и сейсмология N1 2004г., Москва, изд. «Наука», с. 68-78.

Бурмин В.Ю., Аветисян А.М., Геворкян К.В. Определение координат гипоцентров близких землетрясений в неоднородных трехмерных средах. Сборник трудов восьмых геофизических чтений им. В.В. Фединского, Изд. <<Герс>>, Москва, 2006, с. 330-333.

Бурмин В.Ю., Аветисян А.М., Сергеева Н.А., Казарян К.С. Некоторые закономерности проявления современной сейсмичности Кавказа. Сейсмические приборы. т.49, 2013, с. 11-17.

Варданян К.С. Якоби Н.М. Источники аномального теплового потока на территории Армянской ССР. Исв. АН АрмССР, Науки и земле, 1985, N2, с. 48-53.

Волчанская И.К. Джрбашян Р.Т., Меликсетян Б.М., Саркисян О.А., Фаворская М.А. Блоковое строение Северо-Западной Армении и особенности размещения магматических и рудных проявлений. Изд. "Недра", Советская геология, 1971, N8, с. 15-27.

Габриелян А.А., Саркисян О.А., Симонян Г.П. Сейсмотектоника Армянской ССР. Ереван, Изд. Ереванского Университета, 1981, 284с.

Геолого-геофизические условия в очаговой зоне Спитакского землетрясения 1988 г. Отчет Министерства Геологии СССР. НПО "Нефтегеофизика". М.: 1990, 113 с.

Карапетян Н.К. Блоковое строение земной коры Армянского нагорья. Изв. АН АрмССР, Науки о земле, 1988, N6, с. 19-28.

Карапетян Н.К. Годографы сейсмических волн для землетрясений Армянского нагорья. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1974, с. 142.

Краснопевцева Г.В. Глубинное строение Кавказского сейсмоактивного региона. М.:Наука, 1984. 108 с.

Левицкая А.Я., Лебедева Т.М. Годограф сейсмических волн Кавказа. Квартальный сейсмический бюллетень, XXI, N 1-4, Тбилиси, 1953, с. 51-59.

Оганесян А.О., Гаспарян Г.С., Фиданян Ф.М. Структурно-динамическая модель земной коры территории Армении. Сб. научных трудов конференции посвященной 40-летию основания ИГИС им. А. Назарова, Изд. «Гитутюн» НАН РА, Гюмри, 2002, с. 94-102.

Оганесян С.М., Оганесян А.О., Гаспарян Г.С., Фиданян Ф.М. Структурно-динамическая характеристика земной коры территории Армении по комплексу геофизических данных. Известия НАН РА, Науки о Земле, LVIII, 2005, № 3, с. 49-53.

Оганесян С.М., Оганесян М.Г. Регулирующие алгоритмы решения трехмерных обратных задач гравиметрии. Изф. “Наукова думка”, Геофизический журнал, 1988, т.10, N3, с.47-63.

Проблемы землетрясений. Сб. статей под ред. Г.А.Гамбурцева Гр. Геофиз. Ин-та АН СССР, 1954, с. 207.

Саакян А.А. Эпицентральные поправки к стандартному годографу Джеффриса-Буллена для Армянского нагорья, - Изв.АН Арм.ССР, Науки о Земле. 1981, № 5, с. 75-81.

Рецензент А. Аракелян

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՏԱՐԱԾՔԻ ՍԵՅՍՄԱԲԱՆԱԿԱՆ ԻՆՖՈՐՄԱՑԻԱՅԻ և ԵԼԱԿԵՏԱՅԻՆ ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ ՄՇԱԿՄԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ

Ավետիսյան Ա.Մ., Բուրմին Վ.Յու, Հովհաննիսյան Հ.Հ., Ղազարյան Կ.Ս

Ամփոփում

Աշխատանքում դիտարկվում են ՀՀ-ում տեղի ունեցած երկրաշարժերի բյուլետենների որակական վերլուծության հարցերը: Ցույց է տրված, որ ունեցած տվյալների հուսալիությունը բավարար չէ, որպեսզի հնարավոր լինի օգտագործել ներկայացված բոլոր տվյալները Հայաստանի խորքային կառուցվածքի, սեյսմիկ տվյալներով եռաչափ մոդելի կառուցման համար: Ստացված արդյունքներից հետևում է, որ Հայաստանի խորքային կառուցվածքի ուսումնասիրման համար առաջնային խնդիր է հանդիսանում երկրաշարժերի հիպոկենտրոնի կոորդինատների վերլուծությունը, ճշգրտումը և վերահաշվարկը: Համեմատվում է եռաչափ գրավիտացիոն մոդելը երկրաշարժերի տարածական բաշխվածության հետ: Հաստատված է երկրաշարժերի էպիկենտրոնների կապվածության օրինաչափությունների բացակայությունը որոշակի երկրաբանական կառուցվածքների հետ:

ANALYSIS OF THE INITIAL DATA AND RESULTS OF PROCESSING OF SEISMOLOGICAL INFORMATION OF THE TERRITORY OF ARMENIA

A.M. Avetisyan, V.Yu. Burmin, H.H. Hovhanisyan, K.S. Kazaryan

Abstract

The article deals with the problems of analysis of earthquake bulletin’s quality of the RA. It is shown that the accuracy of existing data is far from being useful for the construction of three-dimensional model of the deep structure of Armenia using seismological data. It is shown that analysis,

correction, and recalculation of the earthquake hypocenter's coordinates are the priority problems for investigation of the deep structure of Armenia. The comparison of the three-dimensional gravitational model and the spatial distribution of earthquakes are presented. The absence of regularities of confinement of earthquake epicenters to specific geological structures is established.