

УДК 550.831

ГРАВИМЕТРИЯ

В. А. Казинский

Анализ стационарных наблюдений с гравитационными вариомерами на пунктах Зангезурской сейсмической зоны Армении

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Г. Назаровым 27/VII 1972)

Статья имеет методический характер и в этом аспекте в ней изложены результаты анализа небольшой части стационарных наблюдений, выполненных с гравитационными вариомерами в 1969—70 гг. на пунктах Зейва и Гярд в районе Зангезурской сейсмической зоны Армении.

В рассматриваемой части наблюдений наиболее замечательными оказались измерения на п. Гярд, как характеризующиеся относительно большой вариацией разности кривизны уровенной поверхности геопотенциала, зафиксированной четырьмя регистрирующими системами двух вариометров S-20. За источник этой вариации мы приняли тектонический процесс, предшествующий местному землетрясению, наступившему, по сведениям сейсмологов, 14/8 1970 г. в 3—5 км от пункта наблюдений. Это была вторая причина считать гярдские наблюдения замечательными измерениями, на которые мы, в первую очередь, и опирались при апробации метода, построенного с помощью векторного свойства элементов гравитационного поля. Так, обращаясь к известным формулам приведения и используя векторные свойства вариаций вторых производных потенциала, мы могли приравнять левые части этих формул нулю и написать:

$$\begin{aligned} 0 &= T_{\Delta}(x_{\Delta}) = T_{\Delta}(0)\cos 2\alpha - 2T_{xy}(0)\sin 2\alpha; \\ 0 &= 2T_{xy}(\alpha_{xy}) = T_{\Delta}(0)\sin 2\alpha_{xy} + 2T_{xy}(0)\cos 2\alpha_{xy}; \\ 0 &= T_{yz}(0) = T_{yz}(0)\cos \alpha_{yz} - T_{xz}(0)\sin \alpha_{yz}; \\ 0 &= T_{xz}(0) = T_{yz}(0)\sin \alpha_{xz} + T_{xz}(0)\cos \alpha_{xz}. \end{aligned} \tag{1}$$

Из этих уравнений найдем:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} 2\alpha_{\Delta} &= \frac{T_{\Delta}(0)}{2T_{xy}(0)}; & \operatorname{tg} 2\alpha_{xy} &= -\frac{T_{xy}(0)}{T_{\Delta}(0)}; \\ \operatorname{tg} \alpha_{yz} &= \frac{T_{yz}(0)}{T_{xz}(0)}; & \operatorname{tg} \alpha_{xz} &= -\frac{T_{xz}(0)}{T_{yz}(0)}. \end{aligned} \tag{2}$$

И, наконец, по измеренным вариациям $T_{\Delta}(0)$, $2T_{xy}(0)$, $T_{yz}(0)$ и $T_{xz}(0)$ определим углы α_{kl} и по ним вычислим азимуты на эпицентр источника наблюдаемых вариаций по формулам:

$$A_{xy} = g_0 + \alpha_{xy} \quad \text{или} \quad A_{xz} = g_0 + \alpha_{xz}. \quad (3)$$

Еще проще строится метод решения задачи об определении остаточной плотности вещества тектонического источника. В основе решения этой задачи лежит замечательное свойство элемента $T_{\Delta}(0)$, по знаку которого можно судить об остаточной плотности вещества источника наблюдаемой вариации. Это свойство вытекает из интеграла:

$$T_{\Delta}(0) = 3f\Delta\varepsilon \int \frac{y^2 - x^2}{r^5} dv, \quad (4)$$

в котором подынтегральная функция является четной и не зависит от знаков координат x и y , а потому знак элемента будет зависеть только от знаков $\Delta\varepsilon$ и разности $y^2 - x^2$. Следовательно, опираясь на этот признак, можно сразу определить знак остаточной плотности и таким образом решить поставленную задачу по знаку измеренной вариации $T_{\Delta}(0)$.

Как видим построение методов для решения этих двух важных вопросов гравитектоники не представляет никаких трудностей. Большой простотой характеризуется эта теория и в применении к решению практических задач о вычислении азимута на эпицентр и остаточной плотности вещества. Это мнение следует и из рассмотрения табл. 1, в которой упорядочены как сами измерения, так и результаты вычислений по ним:

Таблица 1

Значения вариаций для разных пунктов

Наименование пунктов	Дата наблюдения	Вариации		α_{xy}	A_{xy}
		$T_{\Delta}(0)$	$2T_{xy}$		
Зейва	29/VI 1969 г.	+ 1,0	- 0,8	+18,7	108,7
Зейва	28/VII 1969 г.	+15,5	- 6,0	+10,7	100,7
Зейва	10/VIII 1969г.	-13,0	+22,0	+29,8	119,8
Зейва	15 X 1969 г.	+ 5,7	+10,0	-30,2	59,8
Зейва	8/X 1969 г.	+ 5,5	+ 3,5	-16,3	73,7
Зейва	23/X 1969 г.	0,0	+ 2,5	-45,0	45,0
Зейва	5/XI 1969 г.	+ 2,5	+ 4,5	-30,5	59,5
Гярд 1 пр.	12/X 1970 г.	+14,0	- 7,4	+13,8	103,8
Гярд 2 пр.	18/X 1970 г.	+16,0	-13,0	+19,4	109,4

Среднее по Гярду: 106,6

В табл. 1 приводятся только по одному азимуту на эпицентр источника, тогда как при вычислении их получалось по два значения для каждой даты измерений. Эта неопределенность объясняется свойством тригонометрических функций, входящих в формулы (1), и устраняется или при одновременном выполнении измерений на 2-х и более пунктах,

по наблюдениям которых можно определить координаты методом засечек, или при наличии сведений, заимствованных из других методов. Так, например, мы поступили при раскрытии неопределенности при вычислении азимута на эпицентр очага землетрясения, происшедшего 14/X 1970 г. в окрестности пункта Гярд. В нашем распоряжении находились сейсмические сведения, указывающие на полуплоскость залегания эпицентра этого землетрясения. Этого было достаточно, чтобы азимут, равный 106,6, принять за достоверное направление на эпицентр землетрясения.

И еще одно замечание следует сделать по поводу оценки остаточной плотности вещества очага землетрясения. На п. Гярд оба вариометра дают вариации $T_{\Delta}(0)$ со знаком плюс, что указывает, что остаточная плотность вещества характеризуется знаком плюс.

Кстати следует заметить, что только на п. Зейва измеренная вариация $T_{\Delta}(0)$ получилась со знаком минус, поэтому в соответствии с этим остаточная плотность отмечена в табл. 1 знаком минус ($\Delta\sigma < 0$).

Есть еще одна способность, которая встречается на п. Зейва, это — нулевое значение вариации $T_{\Delta}(0)$. В этом случае оценить знак остаточной плотности нельзя по $T_{\Delta}(0)$, хотя в табл. 1 мы обозначили ее знаком плюс ($\Delta\sigma > 0$), потому что предыдущая и последующая строки имеют остаточную плотность со знаком плюс и, кроме того $2T_{xy}(0) \neq 0$.

Значимость излагаемых в статье вопросов существенно усиливается тем, что вариации 2-х производных геопотенциала могут иметь приложение не только к вычислениям координат эпицентров и остаточной плотности вещества источников, но с помощью этих вариаций будут решаться многие другие задачи, связанные, например, с миграцией тектонических источников, предсказанием времени и силы землетрясений, изучением гравитектонических режимов регионов, занятых вулканами и водохранилищами крупных гидротехнических сооружений, дислокацией горной породы и др. проблемами.

Ордена Ленина Институт
физики Земли им. О. Ю. Шмидта
Академии наук СССР

Վ. Ա. ԿԱԶԻՆՍԿԻ

Գրավիտացիոն վառիումետրերով ստացիոնար դիտումների անալիզը
Հայաստանի Զանգեզուրի սելյամիկ շրջանի տեղանիներում

Հոդվածում շարադրված են գրավիտեկտոնիկայի հիմնական դրույթների
ձևավորման սկզբնական էտապին վերաբերող երկու կարևոր հարցեր:

Հետազոտվում են 1969—70 թ. թ. Զանգեզուրի շրջանում կատարված
ստացիոնար դիտումների արդյունքները: Կառուցվում և նկարագրվում են ա-
դիմուտի դեպի տեկտոնական պրոցեսների աղբյուրներ էպիկենտրոնի հաշվմ-
ման և նրանց նյութի մնայուն խտության որոշման մեթոդները: Նշված են այդ
հաշվումների գլխավոր առանձնահատկությունները:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ В. А. Казинский, ДАН СССР, т. 202, № 3 (1972).