



(19) KG (11) 1320 (13) C1 (46) 31.12.2010

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

(51) G01V 9/00 (2010.01)

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

к патенту Кыргызской Республики под ответственность заявителя

---

---

(21) 20090040.1

(22) 16.04.2009

(46) 31.12.2010, Бюл. №12

(76) Омуралиев М.О. (KG)

(56) Определение энергетического класса землетрясений // Инструкция о порядке производства и обработки наблюдений на сейсмических станциях. – М.: Институт физики Земли АН ССР. 1982. С. 145-147

### (54) Способ определения сейсмической кинетической и потенциальной энергии землетрясения вблизи сейсмических станций

(57) Изобретение относится к геофизике, в частности к сейсмологии.

Задачей изобретения является повышение точности и расширение функциональной возможности способа определения сейсмической энергии, а также повышение надежности получаемых сейсмологических данных.

Задача решается тем, что в способе определения сейсмической и потенциальной энергии землетрясения вблизи сейсмических станций, основанном на регистрации сейсмических волн с помощью сейсмических станций, составление годографов – зависимость времени пробега сейсмических продольных и поперечных волн от эпицентрального расстояния до 100 км, хронографа – зависимость времени вступления продольной и поперечной волн и годографа второго рода – зависимость разности времени поперечной и продольной волн от эпицентрального расстояния, определение гипоцентрального расстояния и глубины землетрясения, составление геологической карты и геологических разрезов, построение по известным экспериментальным лабораторным данным графиков – зависимость плотности от скорости продольных и поперечных волн разных типов пород, находящихся в различных РТ-условиях, выделяют цуги продольных и поперечных волн, измеряют длительность этих цугов  $t_p$ ,  $t_s$ , максимальные амплитуды смещения  $A_p$ ,  $A_s$  и соответствующие периоды колебаний  $T_p$ ,  $T_s$ , строят графики – зависимость  $Lg(A_p/T_p)$  и  $Lg(A_s/T_s)$  от эпицентрального расстояния до 80-85 км, определяют функции затухания скоростей колебаний и величины  $A_p/T_p$  и  $A_s/T_s$  в эпицентре землетрясения, определяют по годографам скорость  $V_s$ ,  $V_p$  поперечных и продольных волн, глубину  $h$  очага, на геологических разрезах и в системе слоев графиков  $p(V_p, V_s)$  разных типов пород находят вероятное значение плотности среды  $p$ , после определяют полные кинетические энергии  $S$  и  $P$  волн, излучаемых очагом по формуле Гутенберга и Рихтера:  $E_k = 4\pi^3 h^2 c t_0 p (A_0/T_0)^2$ , где

$E_k$  – кинетическая энергия  $E_{ks}$ ,  $E_{kp}$  поперечных и продольных волн;

$h$  – глубина очага;

$c$  – скорость  $V_s$  или  $V_p$  поперечных и продольных волн;

$t_0$  – длительность  $t_p$ ,  $t_s$  цугов продольных и поперечных волн;

$p$  – средняя плотность среды;

(19) KG (11) 1326 (13) C1 (46) 31.01.2011

находят потенциальные энергии равные кинетическим энергиям  $E_{ps} = E_{ks}$  и  $E_{pp} = E_{kp}$ , определяют полную сейсмическую энергию  $E = 2(E_{ks} + E_{kp})$ . 1 н. п. ф-лы.

(21) 20090040.1

(22) 16.04.2009

(46) 31.12.2010, Bull. №12

(76) Omuraliev M.O. (KG)

(56) Determination of the earthquakes energy class // Instruction on the production and processing order of observations at seismic stations. - Moscow: Institute of the Earth Physics of the Academy of Sciences of the USSR. 1982. Pages 145-147

**(54) Method for determination of seismic kinetic and potential energy of an earthquake near the seismic stations**

(57) The invention relates to geophysics, in particular, to seismology.

Problem of the present invention is to increase the accuracy and to enhance the functionality of the method for determination of seismic energy, as well as improving the reliability of seismic data.

The problem is solved by the fact that the method for determination of seismic and potential energy of an earthquake near the seismic stations, which is based on the detection of seismic waves by seismic stations, plotting of time-distance curve (hodograph curve) – the dependence of travel time of seismic longitudinal and transverse waves from the epicentral distance up to 100 km, chronograph curve - the dependence of arrival time of longitudinal and transverse waves and the hodograph curve of the second-order - the dependence of time difference between the transverse and longitudinal waves from the epicentral distance, determination of hypocentral distance and depth of the earthquake, geological maps and geological sections mapping; construction, resting on known experimental laboratory data, of the following graphs: the dependence of density on speed of longitudinal and transverse waves of different types of rocks under different PT formation conditions; trains of longitudinal and transverse waves are picked out, these trains lengths  $t_p$ ,  $t_s$ , maximum displacement amplitudes  $A_p$ ,  $A_s$ , and corresponding vibration periods  $T_p$ ,  $T_s$  are measured; diagrams of the  $Lg$  ( $A_p/T_p$ ) and  $Lg$  ( $A_s/T_s$ ) dependences from the epicentral distance of 80-85 km are constructed, function of oscillations speeds damping of and  $A_p/T_p$ ,  $A_s/T_s$  magnitudes at the earthquake epicenter are determined,  $V_s$ ,  $V_p$  speeds of the transverse and longitudinal waves, depth  $h$  of the earthquake source are defined by the hodographs, probable value of the medium density  $p$  is calculated by the geological sections and by the groups of graphs  $p(V_p, V_s)$  of different types of rocks, then the total kinetic energies of S and P waves, emitted by the earthquake source are determined according to the Gutenberg's and Richter's formula:  $E_k = 4\pi^3 h^2 c t_0 p (A_0/T_0)^2$ , where

$E_k$  - kinetic energies  $E_{ks}$ ,  $E_{kp}$  of transverse and longitudinal waves (respectively);

$h$  - earthquake source depth;

$c$  - speed of  $V_s$  or  $V_p$  transverse and longitudinal waves;

$t_0$  - duration  $t_p$ ,  $t_s$  of longitudinal and transverse waves trains;

$p$  - average density of the medium;

potential energies, equal to the kinetic energies  $E_{ps} = E_{ks}$  and  $E_{pp} = E_{kp}$  are determined and the total seismic energy  $E = 2(E_{ks} + E_{kp})$  is finally calculated. 1 independ. claim.

Изобретение относится к геофизике, в частности к сейсмологии.

Известен способ определения сейсмической энергии  $E$  или энергетического класса  $K = LgE$  (Дж), основанный на измерении максимальной скорости смещения  $A/T$ , максимальных смещений  $A_p$ ,  $A_s$  или  $A_p+A_s$  в волнах P и S с использованием номограммы (Определение энергетического класса землетрясений // Инструкция о порядке производства и обработки наблюдений на сейсмических станциях. – М.: Институт физики Земли АН ССР, 1982. С. 145-147).

Этот способ, однако, неточный. Радиус референц-сферы определяется приближенно. Величина  $K$  связана с энергией лишь корреляционно и имеет магнитудный характер. Функциональная возможность данного способа ограничена. Она не позволяет дифференцированно определить кинетическую и потенциальную энергии сейсмических волн, излучаемые очагом землетрясения.

Задачей изобретения является повышение точности и расширение функциональной возможности способа определения сейсмической энергии, а также повышение надежности получаемых сейсмологических данных.

Способ реализуется следующим образом.

С помощью сети сейсмических станций регистрируют сейсмические волны землетрясения, произошедшего вблизи одной из этих станций. Выделяют цуг сейсмических волн P и S, измеряют

длительность этих цугов  $tr$  и  $ts$ , максимальные амплитуды смещения  $Ap$ ,  $As$  и соответствующие периоды колебаний  $Tr$ ,  $Ts$ . Странят графики – зависимость  $Lg(Ap/Tr)$  и  $Lg(As/Ts)$  от эпицентрального расстояния до 80-85 км, определяют функции затухания скорости колебаний и величин  $Ap/Tr$ ,  $As/Ts$  в эпицентре землетрясения. Одновременно строят годографы – зависимость времени пробега сейсмических продольных Р и поперечных S волн от эпицентрального расстояния до 100 км, хронограф – зависимость времени вступления поперечной и продольной волн и годограф второго рода – зависимость разности времени поперечной и продольной волн от эпицентрального расстояния. На годографах измеряют и определяют величину скоростей распространения волн  $Vp$ ,  $Vs$ ,  $Vf$  и  $Vp/Vs$ , также разницу времен  $ts-tr$ . Определяют гипоцентральное расстояние  $R$  и глубину  $h$  землетрясения. Составляют геологические карты и вертикальные разрезы участка земной коры. Странят по известным экспериментальным лабораторным данным графики – зависимости плотности  $\rho$  от скорости продольных и поперечных волн разных типов пород (осадочных, метаморфических, интрузивных), находящихся в различных РТ (Pressure – давление, Temperature – температура) условиях. Определяют плотность  $\rho$  горных пород, где распространялись сейсмические волны. Определяют полные кинетические энергии S и P волн, излучаемых очагом по формуле Гутенберга и Рихтера:

$$E_k = 4\pi^3 h^2 c t_0 \rho (A_0 T_0)^2,$$

где  $E_k$  – кинетическая энергия  $E_{ks}$ ,  $E_{kp}$  поперечных и продольных волн,  $h$  – глубина очага,  $c$  – скорость  $Vs$ ,  $Vp$  поперечных и продольных волн,  $t_0$  – длительность  $tr$ ,  $ts$  цугов продольных и поперечных волн,  $\rho$  – средняя плотность среды. Далее находят потенциальные энергии, которые равны кинетическим энергиям  $E_{ps} = E_{ks}$  и  $E_{pp} = E_{kp}$ , определяют полную сейсмическую энергию  $E = 2(E_{ks} + E_{kp})$ .

В качестве примера рассмотрим Кочкорское землетрясение ( $\phi = 42,13^\circ$ ,  $\lambda = 76^\circ$ ), произошедшее 25 декабря 2006 г. вблизи цифровой сейсмической станции Улахол (ULHL) телеметрической сети KNET. Используя данные этой сейсмической сети составляют годографы, хронограф и годограф второго рода. На годографах измеряют скорости  $Vp = 5,77$  км/сек,  $Vs = 3,38$  км/сек,  $Vf = 8,176$  км/сек, определяют гипоцентральное расстояние  $R = 27,78$  км и глубину землетрясения  $h = 17,48$  км. По геологической карте и геологическим разрезам земной коры область землетрясения сложена гранитами и гранодиоритами ривейского возраста, которые имеют плотность в среднем  $\rho = 2,7$  г/см<sup>3</sup>. Выделяют цуг сейсмических Р и S волн и замеряют их длительность  $tr = 3.3$  сек,  $ts = 11$  сек. На каждой станции замеряют максимальные амплитуды  $Ap$ ,  $As$  и соответствующие периоды  $Tr$ ,  $Ts$  (табл. 1).

Таблица 1

| Станция      | Эпицентральное расстояние, $x$ | $Ap$ , мк | $Tr$ , сек $As$ , мк | $Ts$ , сек    |
|--------------|--------------------------------|-----------|----------------------|---------------|
| Кызарт       | KZA 67.2                       | 8.83E+01  | 0.3                  | 3.09E+02 0.24 |
| Токмок       | TKM 94.9                       | 5.49E+01  | 0.28                 | 1.20E+02 0.14 |
| Карагайбулак | KBK 104.8                      | 1.70E+01  | 0.16                 | 1.84E+02 0.22 |
| Улахол       | ULHL 23.7                      | 3.10E+02  | 0.16                 | 2.02E+02 0.14 |

Составляют графики – зависимость  $Lg(Ap/Tr)$  и  $Lg(As/Ts)$  от эпицентрального расстояния и определяют функции их затухания:

$$Lg(Ap/Tr) = -0,0031 x + 3.2587,$$

$$Lg(As/Ts) = -0.0147 x + 3.5883.$$

В эпицентре землетрясения при  $x = 0$  величины  $Ap/Tr = 1814,2$  мк/сек или 0,0018 м/сек,  $As/Ts = 3875,2$  мк/сек или 0,0038 м/сек. Определяют кинетические энергии продольных и поперечных волн на основе формулы Гутенберга и Рихтера:

$$E_{kp} = 4\pi^3 (17,48)^2 5,77 3,38 2700 (0,0018)^2 = 3E + 13, \text{ Дж.}$$

$$E_{ks} = 4\pi^3 (17,48)^2 3,38 11,0 2700 (0,0038)^2 = 1,25E + 13, \text{ Дж.}$$

Находят средние потенциальные энергии сейсмических волн  $E_{pp} = E_{kp} = 3E + 13$  Дж, и  $E_{ps} = E_{ks} = 1,25E + 13$  Дж. Определяют полную сейсмическую энергию, излученную очагом Кочкорского землетрясения  $E = 2(3E + 13 + 1.25E + 13) = 8,5E + 13$  Дж или  $Lg(8,5E + 13) = 13,92$ .

Таким образом, предлагаемый способ является точным, расширяет функциональные возможности способа определения сейсмической энергии землетрясения.

### Формула изобретения

Способ определения сейсмической кинетической и потенциальной энергии землетрясения вблизи сейсмических станций, включающий регистрацию сейсмических волн с помощью сейсмических станций, составление годографов – зависимость времени пробега сейсмических продольных и поперечных волн от эпицентрального расстояния до 100 км, хронографа – зависимость времени вступления продольной и поперечной волн и годографа второго рода – зависимость разности времени поперечной и продольной волн от эпицентрального расстояния, определение гипоцентрального расстояния и глубины землетрясения, составление геологической карты и геологических разрезов, построение по известным экспериментальным лабораторным данным графиков – зависимость плотности от скорости продольных и поперечных волн разных типов пород, находящихся в различных РТ-условиях, от ли ч а ю щ и й с я тем, что выделяют цуги продольных и поперечных волн, измеряют длительность этих цугов  $t_p$ ,  $t_s$ , максимальные амплитуды смещения  $A_p$ ,  $A_s$  и соответствующие периоды колебаний  $T_p$ ,  $T_s$ , строят графики – зависимость  $Lg(A_p/T_p)$  и  $Lg(A_s/T_s)$  от эпицентрального расстояния до 80-85 км, определяют функции затухания скоростей колебаний и величины  $A_p/T_p$  и  $A_s/T_s$  в эпицентре землетрясения, определяют по годографам скорость  $V_s$ ,  $V_p$  поперечных и продольных волн, глубину  $h$  очага, на геологических разрезах и в системе слоев графиков  $p(V_p, V_s)$  разных типов пород находят вероятное значение плотности среды  $p$ , после определяют полные кинетические энергии  $S$  и  $P$  волн, излучаемых очагом по формуле Гутенберга и Рихтера:  $E_k = 4\pi^3 h^2 c t_0 p (A_0/T_0)^2$ , где  
 $E_k$  – кинетическая энергия  $E_k$ ,  $E_{kp}$  поперечных и продольных волн;  
 $h$  – глубина очага;  
 $c$  – скорость  $V_s$  или  $V_p$  поперечных и продольных волн;  
 $t_0$  – длительность  $t_p$ ,  $t_s$  цугов продольных и поперечных волн;  
 $p$  – средняя плотность среды,  
находят потенциальные энергии равные кинетическим энергиям  $E_{ps} = E_{ks}$  и  $E_{pp} = E_{kp}$ , определяют полную сейсмическую энергию  $E = 2(E_{ks} + E_{kp})$ .

Выпущено отделом подготовки материалов

Государственная служба ИС КР, 720021, г. Бишкек, ул. Московская, 62, тел.: (312) 68 08 19, 68 16 41; факс: (312) 68 17 03