ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 550.34.016

Асланов Г.К., Алимерденов В.Ш., Асланов Т.Г., Тагиров Х.Ю.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КЛАССА, ИНТЕНСИВНОСТИ И МАГНИТУДЫ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ

Aslanov G.K., Alimerdenov V.Sh., Aslanov T.G., Tagirov H.Yu.

MATHEMATICAL MODEL FOR CALCULATING ENERGY CLASS, INTENSITY AND MAGNITUDE OF THE EARTHQUAKE REAL TIME

Получены математические зависимости, позволяющие на основе номограммы Т.Г. Раутиан рассчитать в реальном масштабе времени энергетический класс, магнитуду и интенсивность землетрясения.

Ключевые слова: землетрясение, номограмма Т.Г. Раутиан, магнитуда, энергетический класс землетрясения, интенсивность, реальный масштаб времени.

The mathematical dependence, allowing a nomogram based on T.G. Rautian calculates real-time energy class, magnitude and intensity of earthquakes.

Key words: earthquake, nomogram T.G. Rautian, magnitude, energy class earthquake, intensity, real time.

В настоящее время угроза землетрясения становится все более серьезней с каждым днем.

В среднем по статистике в мире во время землетрясений ежегодно погибает 10 000 человек. Во время особенно сильных бедствий количество жертв измеряется десятками и даже сотнями тысяч. Так при землетрясении 27 июля 1976 года в южных районах Тянь-Шаня погибло от 600 000 до 700 000 жителей КНР, землетрясение 1556 года в китайской провинции Шаньси уничтожило почти 1 млн. человек. Материальный ущерб от землетрясений в среднегодовом исчислении доходит до 400 миллионов долларов [1].

С тех пор как человек испытал на себе разрушительную силу землетрясений, его не оставляет сокровенное желание научиться его предсказывать или по крайней мере, уменьшить его разрушительные последствия.

В Федеральном центре науки и высоких технологий «Всероссийском научно-исследовательском институте по проблемам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям» МЧС России разработана программа, позволяющая по магнитуде землетрясения, глубине очага землетрясения, плотности

населения в районе землетрясения, типам застроек, времени суток и т.д. оценить людские потери. Это позволяет оперативно решить вопрос о количестве привлекаемых к спасательным работам людских, материальных и технических ресурсов. Промедление или неверное решение этого вопроса приводит к увеличению людских потерь из-за несвоевременного оказания помощи пострадавшим.

Для оценки потерь необходимо в реальном масштабе времени определить энергетические характеристики землетрясения, основными из которых являются:

- магнитуда (*M*),
- энергетический класс землетрясения (К),
- интенсивность (*I*).

Магнитуда землетрясения - это, по существу, полученная из сейсмограммы мера смещения почвы (или смещения частиц среды). Смещение почвы и амплитуда сейсмической волны одно и то же, и чем сильнее размах волны, тем больше магнитуда землетрясения.

Лучше всего определять магнитуду Рихтера его собственными словами: «Магнитуда любого толчка определяется как логарифм выраженной в микронах максимальной амплитуды записи этого толчка, сделанной стандартным короткопериодным крутильным сейсмометром на расстоянии 100 км от эпицентра» [1].

За время наблюдений за сейсмической активностью Земли землетрясений с магнитудой 9,0 и выше еще не зарегистрировано. Сильнейшие инструментально записанные землетрясения произошли в Эквадоре в 1906 году и в Японии в 1933 году, их магнитуда около 8,9.

Для описания интенсивности сейсмических воздействий в 1964 г. была разработана и получила широкое распространение в Европе и на территории бывшего СССР 12-балльная шкала Медведева — Шпонхойера - Карника (MSK-64). Макросейсмическая шкала MSK-64 описывает силу землетрясения по характеру его восприятия человеком, характеру разрушений строений и степени изменений в окружающей среде.

Шкала MSK-64 подразделяет землетрясения по интенсивности их проявления на поверхности на 12 баллов (I-XII).

Для примера отметим, что при 5 баллах MSK просыпаются почти все люди, колеблются и частично расплескивается вода в сосудах, могут опрокинуться легкие предметы, разбиться посуда. Здания не повреждаются, а при 8 баллах, с трудом удается удержаться на ногах. В грунте возникают трещины, на склонах осыпаются камни. На мелкоблочных зданиях - появляются трещины, в несущих (капитальных) стенах обваливается штукатурка, на крупноблочных зданиях появляются широкие трещины по периметру блоков, происходит смещение блоков, в блоках возникают трещины. В любых зданиях возникают повреждения, иногда происходит частичное разрушение перегородок.

В России, как и в других странах бывшего Советского Союза, употребляется еще одна характеристика величины землетрясения, эквивалентная магнитуде и называемая энергетическим классом.

Для пересчета магнитуд в значения энергетических классов K используется выражение:

$$K = 4 + 1.8M$$
 (1)

В свою очередь энергетический класс связан с сейсмической энергией простым соотношением:

$$E = 10^K \tag{2}$$

Следовательно, магнитуду можно связать с сейсмической энергией следующим образом:

$$LgE = 4 + 1.8M \tag{3}$$

Для определения энергетического класса произошедшего землетрясения по расстоянию от сейсмодатчика до очага землетрясения и по показаниям и свойствам сейсмометра используется номограмма Раутиан.

На номограмме Раутиан по оси абсцисс откладывается расстояние от сейсмодатчика до очага землетрясения в километрах, а по оси ординат величина a равная (рисунок 1):

$$a = \frac{A_p + A_s}{V} \tag{4}$$

где: A_p u A_s соответственно максимальные амплитудные значения продольной и поперечной сейсмических волн в микронах.

V – коэффициент усиления (передачи) сейсмографа.

Например: при расстоянии от сейсмодатчика до очага землетрясения l=30 км, a=3 имеем энергетический класс K землетрясения равное 9.

Ставится задача получить математическую зависимость, описывающую номограмму Раутиан.

Из рисунка 1 видно, что, если l и a отложить по осям в логарифмическом масштабе, то между lgl и lga существует линейная зависимость. Обозначив lgl=x и lga=y можно записать:

$$y = kx + b \tag{5}$$

На рисунке 2 приведена номограмма Раутиан в линейной системе координат.

Так как все изолинии K параллельны то κ (в выражении 5) для всех них является одинаковым. Для определения κ воспользуемся изолинией K=9 которая пересекает ось ординат в точке 3,1, а ось абсцисс, смешенную по оси ординат на -2 в точке 2,94.

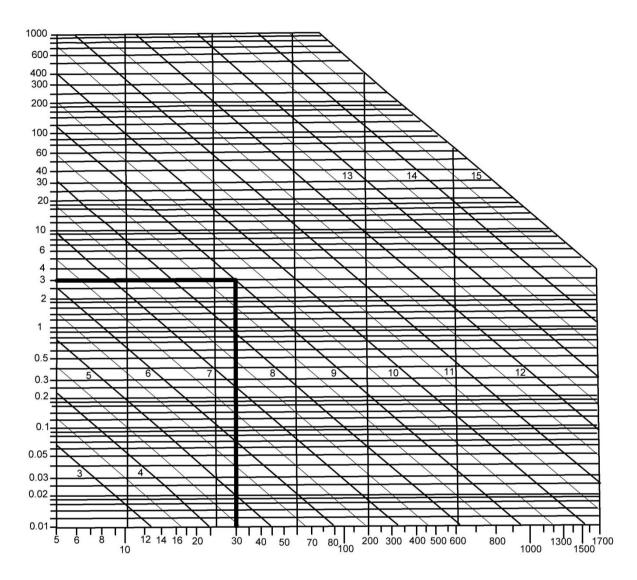


Рисунок 1 - Номограмма Раутиан для определения энергетического класса землетрясения

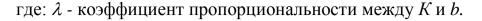
Тогда:

$$\hat{e} = (-2 - 3.1) / 2.94 = -1.734$$
.

Так как между линиями энергетических классов и семейством уравнений (5) имеется взаимно однозначное соответствие, то установим эту связь.

Из рисунка 2 видно, что энергетический класс может быть определен по формуле:

$$K = 2,94 + \lambda b \tag{6}$$



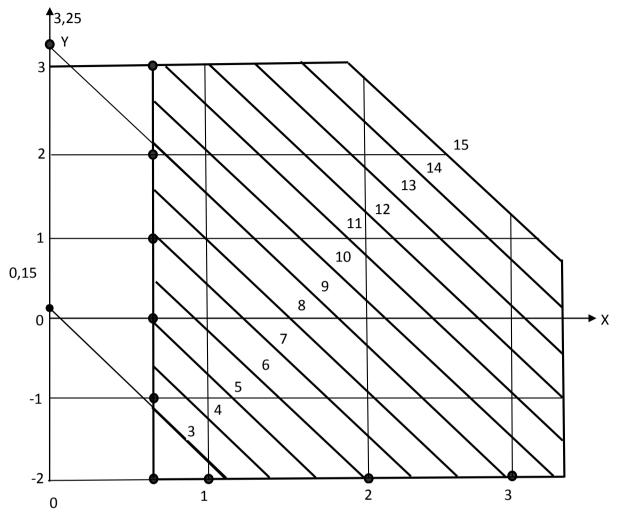


Рисунок 2 - Номограмма Раутиан в линейной системе координат

Для определения λ воспользуемся линиями энергетических классов 3 и 9. Имеем:

$$\lambda = \frac{6}{3.1} = 1,935\tag{7}$$

Таким образом, уравнение (6) с учетом уравнения (5) и найденных значений κ и λ может быть записано в виде:

$$K = 2.94 + 1.935(\lg a + 1.734 \lg l)$$
 (8)

Для значений a = 10 и l = 100 имеем:

$$K = 2,94 + \lambda b = 2,94 + 1,935(1 + 1,734 * 2) = 11,58$$

Точность результатов расчета подтверждается данными номограммы Раутиан. Для определения магнитуды землетрясения по величине l и a из выражений (1) и (8) имеем:

$$M = \frac{1,935(\lg a + 1,734\lg l) - 1,06}{1,8} \tag{9}$$

По известной магнитуде может быть определена интенсивность землетрясения в баллах по шкале МСК по выражению [2]:

$$I = BM - \gamma \lg \sqrt{l^2 + h^2} + 3,1 \tag{10}$$

где: В и γ региональные коэффициенты, для условий Дагестана соответственно равны 1,5 и 3,6.

h - глубина залегания очага.

Вывод. Подключение сейсмографов к ЭВМ, позволит определить в реальном масштабе времени энергетические характеристики землетрясения по математическим зависимостям (8), (9), (10).

Библиографический список:

- 1. Асланов Г.К., Гаджиев М.М., Исмаилов Т.А., Магомедов Х.Д. О землетрясениях. (Прошлое, современность, прогноз). Махачкала, ИПЦ ДГТУ, 2001. 98 стр.
- 2. Быстрицкая Ю.В. Соотношение и сопоставление макросейсмических и инструментальных данных (дагестанские землетрясения). В сборнике «Сейсмичность и гидрогеогазохимия территории Дагестана. Вып. 2 (17).- Махачкала, 1978.

УДК 536.7

Бабаев А.Б., Дибирова Г.А., Саидахмедова М.Б.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ В ДВУМЕРНЫХ СТРУКТУРАХ, ОПИСЫВАЕМЫХ ТРЕХВЕРШИННОЙ АНТИФЕРРОМАГНИТНОЙ МОДЕЛЬЮ ПОТТСА НА ТРЕУГОЛЬНОЙ РЕШЕТКЕ

Babaev A.B., Dibirova G.A., Saidakhmedova M.B.

COMPUTER SIMULATION OF PHASE TRANSITIONS IN THE TWO-DIMENSIONAL STRUCTURES DESCRIBED THREE-VERTEX ANTIFERROMAGNETIC POTTS MODE ON A TRIANGULAR LATTICE