

В. ВЕКСЛЕР

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЯ АКТИВНОСТИ C^{14} И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

V. VEKSLER. C^{14} AKTIIVSUSE MÕOTMISE OPTIMEERIMISEST JA TULEMUSTE TÕOTLEMISEST
V. VEKSLER. OPTIMIZATION OF THE PROCESS OF MEASURING THE ACTIVITY OF C^{14} AND
THE WORKING-UP OF THE RESULTS

Процесс измерения активности C^{14} обычно ведется по схеме: образец → фон → эталон → фон → и т. д., подразумевающей одновременные измерения указанных объектов.

Проведенный статистический анализ счетного процесса указывает на то, что подобное распределение суммарного времени датирования не является рациональным для молодых и очень древних образцов.

При датировании молодых образцов, возраст которых меньше средней продолжительности жизни атома радиоуглерода, оказывается целесообразнее увеличить время счета образца и эталона за счет уменьшения времени измерения фона.

Для определения возраста древних образцов разумно удлинение времени счета фона и образца.

Из формулы для расчета возраста (Виноградов и др., 1961)

$$A = \frac{T_{1/2}}{\ln 2} \ln \frac{N_o - N_\phi}{N_o - N_\phi}, \quad (1)$$

где N_o — скорость счета эталона современного C^{14} с учетом фона, N_o — скорость счета образца с учетом фона, N_ϕ — скорость счета фона, следует, что в конечном счете определяется отношение двух интенсивностей.

Отметим, что времена счета разных интенсивностей находятся в определенной пропорциональной зависимости от корня квадратного из этих интенсивностей (Яноши, 1968). Применим это положение к процессу измерения радиоуглерода.

Для молодых образцов N_o и N_o соизмеримы. Получаем:

$$t_o/t_o = \sqrt{N_o}/\sqrt{N_o}, \quad (2)$$

$$t_\phi/t_o = \sqrt{N_\phi}/N_o,$$

где t_o , t_o , t_ϕ — времена счета образца, эталона и фона соответственно.

Для древних образцов соизмеримы N_ϕ и N_o . Следовательно:

$$t_o/t_o = \sqrt{N_o}/\sqrt{N_o}, \quad (3)$$

$$t_\phi/t_o = \sqrt{N_o}/\sqrt{N_\phi}.$$

Расчеты, проведенные на ЭВМ «Минск-32» для установки с параметрами $N_{\Phi}=2,710$ имп/мин и $N_{\Sigma}=32,780$ имп/мин, показали, что в интервале до 8 тыс. лет время счета эталона составляет от 43 до 32%, а для древних образцов — от 27 до 10%, время счета образцов для этих интервалов — от 43 до 52% и от 36 до 46%, а время счета фона от 14 до 16% и от 37 до 44% соответственно.

Аналогичные распределения времен счета получены А. Лийва и Э. Реало (1971).

Рассмотрим обработку результатов измерения.

Информация о счете активности C^{14} фиксируется через определенные промежутки времени. Ввиду того что измеряются малые активности, то для набора необходимой статистики интервалы времени счета должны быть достаточно велики. При получении определенных статистических данных для измерения активности C^{14} мы имеем небольшое число подынтервалов счетного времени в общем интервале. Для ограниченной выборки, состоящей из n измерений, можно применить метод Стьюдента (Худсон, 1967).

Необходимо получить численность выборки для получения результатов заданной точности. Решение этой задачи может быть осуществлено с помощью критерия Стьюдента (d)

$$d = \Delta \sqrt{n} / \sigma, \quad (4)$$

где d — показатель границ области, в которую включена с заданной вероятностью вся совокупность измерений; Δ — абсолютное значение вероятного расхождения между выборочной средней и искомой величинами; σ — средняя квадратичная ошибка отдельного измерения; n — число измерений.

Разрешим уравнение относительно

$$n = d^2 \sigma^2 / \Delta. \quad (5)$$

Критерий Стьюдента d выбирается согласно определенным доверительным вероятностям P из таблицы Стьюдента—Фишера.

Величина σ оценивается по предполагаемому значению средней \bar{N} и примерному значению задаваемой относительной ошибки. Предельная абсолютная ошибка оценивается по возможной точности непосредственных определений.

Для того чтобы средняя величина была ближе к истинной, необходимо исключить некоторые резко отличающиеся отсчеты. Объективным методом выделения таких значений служит критерий Шовене (Худсон, 1967), согласно которому из полученных данных отбрасываются значения, лежащие за пределами допустимого отклонения $N_{д.о.}$, определяемого как

$$N_{д.о.} = \bar{N} \pm K \sqrt{\bar{N}}, \quad (6)$$

где K — критерий Шовене, который для данного числа отсчетов находится по таблице; \bar{N} — среднее значение определяемой величины.

Если относительное количество исключенных отсчетов превышает 3—5% от их общего числа, то условия измерений считаются неудовлетворительными и подлежат повторению.

Предлагаемая методика позволяет путем оптимального выбора времен счета фона, эталона и образца сократить общее время измерений активности естественного радиоуглерода и достичь желаемой точности результатов.

ЛИТЕРАТУРА

- Виноградов А. П., Девириц А. Л., Добкина Э. И., Маркова Н. Г., Мартищенко Л. Г. 1961. Определение абсолютного возраста по C^{14} при помощи пропорционального счетчика. М.
- Лийва А., Реало Э. 1971. Состояние методических исследований в области абсолютной геохронологии, в том числе новейших геологических образований. (Тезисы докладов методического симпозиума). М.
- Худсон Д. 1967. Статистика для физиков. М.
- Яноши Л. 1968. Теория и практика обработки результатов измерений. М.

Радиоуглеродная лаборатория
ВНИИМОРГЕО (Рига)

Поступила в редакцию
22/VI 1973