

УДК 546.11.02.2 : 551.577.2

ГЕОХИМИЯ

Г. А. МАЛЮК, В. Е. ВЕТШТЕЙН, А. М. РЫЧКОВ

**СОДЕРЖАНИЕ ДЕЙТЕРИЯ И КИСЛОРОДА-18 В СЕЗОННЫХ  
И ГОДОВЫХ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКАХ, ВЫПАДАЮЩИХ  
НА ТЕРРИТОРИИ УКРАИНСКОЙ И МОЛДАВСКОЙ ССР**

*(Представлено академиком Е. К. Федоровым 22 VI 1973)*

По инициативе ЮНЕСКО Всемирная метеорологическая организация и Международное агентство по атомной энергии в рамках программы гидрологического десятилетия организовали работу по сбору осадков с целью получения их метеорологических и изотопных характеристик.

В настоящей работе изложены результаты систематического изучения пространственного и временного распределения изотопов водорода и кислорода в сезонных и среднегодовых атмосферных осадках, отобранных сетью гидрометеорологической службы СССР в течение 1969—1970 гг. на территории Украинской ССР (9 станций) и Молдавской ССР (1 станция). Схема расположения представлена на рис. 1 (внизу).

Основная часть территории изучаемого района представляет собой равнину с небольшими возвышенностями, высота которых не превышает 400—500 м (за исключением района Карпат). Климат района в целом имеет переходный характер между мягким и влажным климатом Западной Европы и континентальным — внутренних районов СССР. Наблюдаются среднегодовые широтные изменения температуры (от 6,6 до 12,9°), количества осадков (от 476 до 987 мм/год) и относительной влажности воздуха (от 68 до 81 %).

Содержание дейтерия и кислорода-18 в осадках определялось на масс-спектрометрах МИ-1305, переоборудованных для прецизионных измерений<sup>(1, 2)</sup>. Результаты анализов выражены в виде величин  $\delta$ , ‰ (относительно SMOW — средней пробы океанической воды):

$$\delta(D \text{ или } O^{18}) = \left[ \frac{R_{\text{обп}}}{R_{\text{ст}}} - 1 \right] \cdot 10^3 \text{ ‰},$$

где  $R_{\text{обп}}$  и  $R_{\text{ст}}$  — отношение D/H или  $O^{18}/O^{16}$  соответственно в образце и стандарте. Точность определения величины  $\delta D$  составляет  $\pm 5 \text{ ‰}$ ,  $\delta O^{18} \pm 0,4 \text{ ‰}$ .

Для всего исследуемого географического района содержание дейтерия в среднесезонных осадках изменяется в интервале от  $-21$  до  $-112$ , кислорода-18 от  $-2,3$  до  $-15,1$ ; в среднегодовых осадках от  $-40$  до  $-70$  и от  $-7,1$  до  $-10,7 \text{ ‰}$  соответственно.

Схематическое изображение пространственного и временного распределения изотопов водорода и кислорода в атмосферных осадках, а также климатические характеристики (температура, влажность воздуха, количество осадков) для каждого из пунктов представлены на рис. 1 (вверху). Среднегодовые значения  $\delta D$  и  $\delta O^{18}$  приведены с учетом количества выпавших осадков.

Из рис. 1 видно, что имеет место явно выраженная зависимость изотопного состава осадков от местоположения пункта и сезона отбора проб:

концентрация тяжелых изотопов в северных районах ниже, чем в южных; в осенних и зимних осадках величины  $\delta D$  и  $\delta O^{18}$  существенно меньше, чем в весенних и летних. Главной причиной сезонных и широтных вариаций в содержании дейтерия и кислорода-18 являются температурный и континентальный эффекты (3).

Зависимости между среднегодовыми величинами концентраций D и  $O^{18}$  в осадках и температурой воздуха у поверхности близки к линейным и

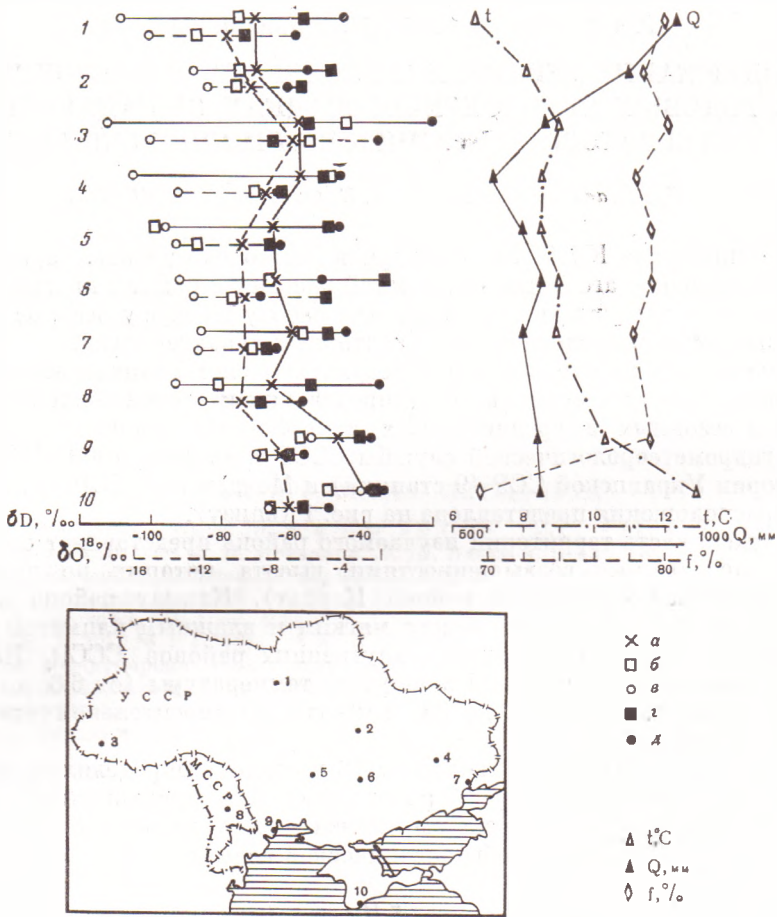


Рис. 1. Сезонные и географические изменения содержаний дейтерия и кислорода-18 в осадках, выпадающих на территории Украинской и Молдавской ССР. 1 – Тетерев, Киевская обл.; 2 – Кобеляки, Полтавская обл.; 3 – Берегово, Закарпатская обл.; 4 – Красноармейское, Донецкая обл.; 5 – Бобринец, Кировоградская обл.; 6 – Лопкаровка, Днепропетровская обл.; 7 – Амвросиевка, Донецкая обл.; 8 – Кишинев, МССР; 9 – Одесса; 10 – Ялта. а – среднегодовые значения; б – д – среднесезонные значения: б – осень, в – зима, з – весна, д – лето

могут быть описаны уравнениями

$$\delta D = 5,3t - 108‰, \quad (1)$$

$$\delta O^{18} = 0,5 - 13,5‰. \quad (2)$$

Между среднегодовыми величинами  $\delta D$  и  $\delta O^{18}$  в исследуемых осадках установлена взаимосвязь, которая удовлетворяет выражению

$$\delta D = 8,5\delta O^{18} + 17‰. \quad (3)$$

Наклон прямой (3), равный 8,5, указывает на то, что конденсация водяных паров происходит в условиях, близких к равновесным.

В пределах исследуемой территории корреляции между количеством выпавших осадков и их изотопным составом не наблюдается. Определяющее влияние на формирование изотопного состава атмосферных осадков оказывает содержание изотопов в источнике влаги, место и температура ее конденсации.

Институт физической химии им. Л. В. Писаржевского  
Академии наук УССР  
Киев

Поступило  
30 I 1973

Институт экспериментальной метеорологии  
Обнинск Калужской обл.

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> В. Ю. Вегштейн, Докл. АН УРСР, № 9 (1966). <sup>2</sup> В. Ю. Вегштейн, И. В. Абашидзе и др., Докл. УРСР, № 3, сер. Б (1971). <sup>3</sup> W. Dansgaard, Stable Isotopes in Precipitation. Tellus, v. 16, № 4 (1964).