

Член-корреспондент АН СССР Е. К. ФЕДОРОВ

## НОВЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ИОННОГО СПЕКТРА В АТМОСФЕРЕ

Многими исследованиями установлено, что в атмосфере имеются ионы различных подвижностей — от  $1,5 \text{ см}^2/\text{в} \cdot \text{сек}$  до  $0,0003 \text{ см}^2/\text{в} \cdot \text{сек}$ . Распределение концентрации ионов по подвижностям, повидимому, представляет непрерывный спектр. Исследование этого спектра и его изменений в связи с различными метеорологическими явлениями представляет существенный интерес для понимания механизма многих процессов, связанных с аэрозолями. Определения концентрации ионов той или иной подвижности, в особенности определения концентрации наиболее подвижных — малых ионов, производились неоднократно, однако до сих пор не существует установки, пригодной для быстрого промера и автоматической регистрации всего спектра атмосферных ионов.

Обычно измерения концентрации ионов различных подвижностей производятся с помощью протягивания потока воздуха, содержащего ионы, через электрическое поле внутри некоторого конденсатора. Подбирая соответствующим образом скорость воздушного потока, напряжение поля и размеры конденсатора, можно добиться того, чтобы ионы, обладающие подвижностями в некотором интервале, откладывались на определенных электродах. Измеряя заряд, накапливающийся на электроде за известное время, можно рассчитать среднюю концентрацию ионов для некоторого интервала подвижностей. Подобные способы рассмотрены в статье (1), а установка, сконструированная на аналогичном принципе и предназначенная для измерения всего спектра атмосферных ионов, описана в (2). Недочетом указанных методов является длительность измерения спектра ввиду необходимости неоднократных изменений в режиме установки в процессе измерения. За время одного измерения сам спектр может измениться. Неизбежное осреднение при измерении концентраций ионов разных подвижностей «сглаживает» спектр.

В 1950 г. в лаборатории атмосферного электричества ГЕОФИАН разработан иной метод, основанный на измерении ионного тока, проходящего через некоторый постоянный объем воздуха. Этот метод позволяет промерить весь спектр ионов за 2—3 мин. и допускает автоматическую регистрацию измерений спектра.

Принципиальная схема установки изображена на рис. 1. Ее основной частью является плоский конденсатор, образованный пластинами площадью  $S$ , находящимися на расстоянии  $h$  друг от друга. На одну из пластин при замыкании ключа  $K_2$  подается напряжение  $V$  от батареи, другой полюс которой заземлен. Другая пластина отведена к земле через сопротивление  $R$ . Слабый ток, проходящий через сопротивление

$R$ , измеряется усилителем постоянного тока УПТ или иным образом. Исследуемый воздух вводится в пространство между пластинами конденсатора, затем, при замкнутом ключе  $K_1$ , подается напряжение  $V$  на верхнюю пластину. Через небольшой промежуток времени после подачи напряжения размыкается ключ  $K_1$  и начинается измерение ионного тока.

Будем рассматривать зависимость силы тока  $I$  от времени  $t$ , протекающего с момента начала разряда (момента включения напряжения на пластинку конденсатора). В момент  $t$  все ионы, имеющие подвижность  $\omega \gg h^2/Vt$ , закончат свое движение и не будут участвовать в образовании ионного тока. Ток в момент  $t$  будет складываться из элементарных токов, создаваемых ионами различных подвижностей

$\omega \leq h^2/Vt$ :

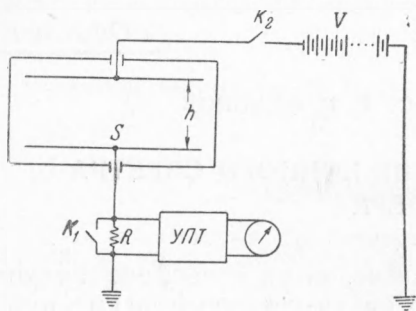


Рис. 1

$$I(t) = \frac{SVe}{h} \int_0^{h^2/Vt} n(\omega) \omega d\omega. \quad (1)$$

Продифференцируем уравнение (1) по  $t$ :

$$\frac{dI}{dt} = \frac{SVe}{h} n(\omega(t)) \frac{h^2}{Vt} \frac{d(h^2/Vt)}{dt}; \quad (2)$$

отсюда концентрация ионов, приходящаяся на единицу подвижности будет:

$$n(\omega(t)) = -\frac{V}{Se} \left(\frac{t}{h}\right)^3 \frac{dI}{dt}; \quad (3)$$

соответствующая этой концентрации подвижность ионов определяется выражением

$$\omega = \frac{h^2}{Vt}. \quad (4)$$

Средняя концентрация  $N$  ионов, обладающих подвижностями, расположенными в некотором интервале  $\omega_1 - \omega_2$ , будет:

$$N = \int_{\omega_1}^{\omega_2} n(\omega) d\omega. \quad (5)$$

Произведя интегрирование и предположив, что ток  $I$  в малом промежутке времени от  $t_1$  до  $t_2$  меняется линейно, получим:

$$N = \frac{(t_2 + t_1)(I_1 - I_2)}{2Seh}; \quad (6)$$

здесь  $t_1 = h^2/V\omega_1$ ,  $t_2 = h^2/V\omega_2$ ,  $e$  — элементарный заряд,  $I_1$  и  $I_2$  — значения ионного тока в моменты  $t_1$  и  $t_2$ .

Таким образом, по кривой ионного тока можно определить концентрацию ионов любой представленной в спектре подвижности.

Поступило  
17 XII 1951

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> H. Israël and L. Schulz, Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity, 38, No. 4, 285 (1933). <sup>2</sup> E. A. Yunker, ibid., 45, No. 2, 126 (1940).