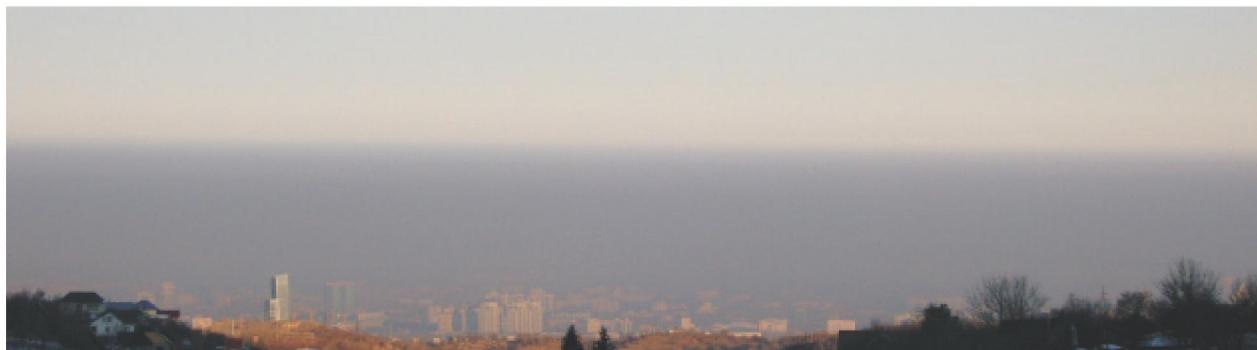


УДК 551.521.593

П. Г. ЛЫСЕНКО, В. Н. ГЛУШКО

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГОРОДСКОЙ ДЫМКИ В МОДЕЛИ ДВУХСЛОЙНОГО СТРОЕНИЯ АТМОСФЕРЫ НАД ГОРОДОМ АЛМАТЫ

Приводится методика определения поляризационных характеристик городского аэрозоля в рассмотрении двухслойного строения атмосферы над крупным индустриальным городом, в метеорологических условиях, при которых формируется слой приподнятой инверсии в городе Алматы, в осенне-зимний период.



Изучение поляризационных характеристик городской дымки может дать важную информацию о качественном и количественном составе аэрозоля [1], кроме того, знание поляризационных свойств городской дымки необходимо для решения задач по распространению лазерного излучения в условиях крупного промышленного города при экстремальных уровнях загрязнения в осенне-зимний период.

Городская дымка представляет собою слой атмосферы, загрязненный разного рода аэрозолями, происхождение которых связано с жизнедеятельностью города.

Сюда входят и аэрозоли, генерируемые при сжигании разного рода топлива, в том числе и образующиеся при фотохимических реакциях выхлопных газов. Аэрозольный состав городской дымки очень изменчив, сильно зависит от погодных условий, времени суток и времени года.

В осенне-зимний период в городе Алматы наблюдается городская дымка с ярко выраженной верхней границей, находящейся на высоте порядка 500-400 м. На фотографии города из обсерватории Астрофизического института четко просматривается верхняя граница городской дымки, высота которой меньше высоты обсерватории. Структура дымки визуально однородная, за исключением дымов над котельными и

ТЭЦ-1 в северо-западном от центра города направлении.

Проведение одновременных измерений оптических характеристик атмосферы из двух пунктов: обсерватории Астрофизического института и крыши семиэтажного здания Педагогического университета дает возможность оценить оптические характеристики городской дымки, а по ним некоторые микрофизические параметры городского аэрозоля [2].

Рассмотрим возможность определения угловой зависимости степени поляризации рассеянного излучения городской дымкой. Пусть атмосфера над городом состоит из двух слоев: нижнего, который представляет собою собственно городскую дымку, и верхний, свободный от городских загрязнений, содержащий в основном фоновый аэрозоль.

Будем отмечать измеряемые на обсерватории параметры цифрой - 1, измеряемые в городе цифрой - 2, параметры, относящиеся к городской дымке, отмечать не будем: так  $P_1$  – поляризация рассеянного света, измеренная на обсерватории,  $P_2$  – поляризация рассеянного света, измеренная в городе,  $P$  – искомая поляризация рассеянного света городской дымкой. Если  $z$  – коэффициент привязки верхнего фотометра - 1 к нижнему - 2, (измеряется опытным путем при фотометриро-

вании одного и того же объекта, например, определенной точки дневного неба на одном и том же по высоте уровне), то наблюдаемые снизу и сверху интенсивности излучения одной и той же точки небесной сферы связаны простым соотношением:

$$I_2 = 3I_1 + I_{\perp}, \quad (1)$$

где  $I$  – интенсивность излучения, создаваемая слоем городской дымки пропорциональна его оптической толще –  $\phi$

$$I = k\phi, \quad (2)$$

здесь  $k$  и  $\phi$  – величины неизвестные, а сама задача сводится к определению величин  $I_+$  и  $I_{\perp}$ , т.е. перпендикулярной и параллельной поляризационных компонент интенсивности рассеянного городской дымкой солнечного излучения.

Для  $I_+$  и  $I_{\perp}$  могут быть записаны соотношения, аналогичные формуле (2):

$$I_+ = k_+ \phi, \quad I_{\perp} = k_{\perp} \phi, \quad (3)$$

где  $k_+$  и  $k_{\perp}$  – также неизвестные величины. Исходная же степень поляризации  $P$  рассчитывается по известной формуле:

$$P = (I_+ - I_{\perp}) / (I_+ + I_{\perp}), \quad (4)$$

кроме того:

$$I^2 = I_+^2 + I_{\perp}^2. \quad (5)$$

Формула (1) для поляризационных компонент записывается:

$$I_{2+} = 3I_{1+} + I_+; \quad I_{2\perp} = 3I_{1\perp} + I_{\perp} \quad (6)$$

формулы (6) запишем в виде:

$$I_{2+} = 3I_{1+} + k_+ \phi; \quad I_{2\perp} = 3I_{1\perp} + k_{\perp} \phi. \quad (7)$$

Для городской дымки:

$$I_+ = k_+ \phi = I_{2+} - 3I_{1+}; \quad I_{\perp} = k_{\perp} \phi = I_{2\perp} - 3I_{1\perp}. \quad (8)$$

из формул (3-8) после алгебраических преобразований получим выражение для  $P$ :

$$P = [(I_{2+} - I_{2\perp}) - 3(I_{1+} - I_{1\perp})] / [(I_{2+} + I_{2\perp}) - 3(I_{1+} + I_{1\perp})]. \quad (9)$$

В эксперименте непосредственно определяются интенсивности и степени поляризации рассеянного света на двух уровнях, поэтому удобнее выразить поляризационные составляющие через эти величины:

Из систем уравнений:

$$P_1 = (I_{1+} - I_{1\perp}) / (I_{1+} + I_{1\perp}); \quad (I_1)^2 = (I_{1+})^2 + (I_{1\perp})^2 \quad (10)$$

$$P_2 = (I_{2+} - I_{2\perp}) / (I_{2+} + I_{2\perp}); \quad (I_2)^2 = (I_{2+})^2 + (I_{2\perp})^2 \quad (11)$$

получаем для поляризационных составляющих соответствующие выражения:

$$\begin{aligned} I_{1+} &= I_1(1+P_1) / (1+P_1^2)^{1/2}; \quad I_{1\perp} = \\ &= I_1(1-P_1) / (1+P_1^2)^{1/2}; \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} I_{2+} &= I_2(1+P_2) / (1+P_2^2)^{1/2}; \quad I_{2\perp} = \\ &= I_2(1-P_2) / (1+P_2^2)^{1/2} \end{aligned} \quad (14)$$

В окончательном виде поляризация городской дымки  $P$  после подстановки (13 и 14) в (9) выразится через величины, измеряемые на уровнях 1 и 2:

$$P = [P_2 I_2 / (1+P_2^2)^{1/2} - 3 P_1 I_1 / (1+P_1^2)^{1/2}] / [I_2 / (1+P_2^2)^{1/2} - 3 I_1 / (1+P_1^2)^{1/2}]. \quad (15)$$

Проводя синхронные измерения интенсивности рассеяния света и его поляризацию на двух уровнях: в городе и на горной обсерватории, можно определить угловую и спектральную зависимость поляризации рассеянного дымкой света, сравнить эту зависимость с зависимостью, полученную для фонового аэрозоля [3, 4] и рассчитанную для некоторых моделей аэрозоля [5] для того, чтобы выявить особенности рассеивающих свойств городского аэрозоля.

В заключении необходимо отметить, что формула (15) выведена без учета влияния многократного рассеяния и отражения от подстилающей поверхности. При больших оптических толщах городской дымки и наличии снежного покрова на крышах зданий и на ветвях деревьев применение указанной формулы может быть ограничено.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ташенов Б.Т. Поляризация дневного ясного неба // Изв. Сер. физ.-мат. 2002. Т. 4. С. 26-32.
2. Лысенко П.Г. О возможности контроля грубодисперсной фракции городского аэрозоля по одновременным наблюдениям яркости околосолнечного ореола в городе Алматы и на фоновой станции – обсерватории астрофизического института // ЙМеждун. симп. «Контроль и реабилитация окружающей среды». Томск, 2000. Тез. докл. С. 112-115.
3. Глушко В.Н., Иванов А.И., Лившиц Г.Ш., Федулин И.А. Рассеяние инфракрасного излучения в безоблачной атмосфере. Наука, 1974. С. 66-73.

4. *Лившиц Г.Ш.* Рассеянный свет дневного неба. Наука, 1973. С. 100-107.
5. *Дейрмендэсан Д.* Рассеяние электромагнитного излучения сферическими полидисперсными частицами. Мир, 1971. С. 96-128.

### **Резюме**

Күзгі-қысқы кезеңдердегі Алматы қаласының метеорологиялық жағдайында, инверсияларының көтөрілуінен қалыптасқан қабаттың, алып индустріалды қала үсті атмосферасының қос қабатты құрылымын

қарастыру барысындағы қалалық аэрозолдің поляризациялық сипаттамаларын анықтау өдістемесі жүргізді.

### **Summary**

The technique of definition of the polarizing characteristics urban haze is resulted in clause. The two-layer structure of an atmosphere above large industrial city Almaty is considered. The bottom layer is urban haze. The top layer is a background aerosol. The measurements will be carried out in city and on mountain observatory.

*Астрофизический институт им. В. Г. Фесенкова,  
Институт космических исследований,  
г. Алматы.*

*Поступила 20.04.10г.*