

ЕКОЛОГІЯ ВƏ ƏТРАФ МҮНІТІН МҮНАФІЗƏСІ

UOT 556.16; 631.459

ЮНИСОВ Дж.К.¹, АЛЕСКЕРОВ З.А.¹, МАМЕДОВА Г.Ф.²,
ЯГУБЗАДЕ Н.Я.¹, ШЕЙКИ Ф.А.¹

НАКА Институт Аэрокосмической Информатики¹,
НАКА особое Бюро Космического Приборостроения²

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АТМОСФЕРЫ

Abstract. The so-called optical thickness of the atmosphere is a complex indicator of atmospheric air pollution in the region. This factor plays an important role in the interpretation of aerospace information - without knowledge of the optical thickness, it is impossible to take into account the distorting influence of the atmosphere on information obtained from aerospace platforms.

Xülasə. Atmosfer havasının çirklənməsinin kompleks bir göstəricisi atmosferin optik qalınlığıdır və bu əmil kosmik məlumatların təşfirində mühüm rol oynayır - optik qalınlığı bilmədən, havanın atmosferdən əldə edilən məlumatlara atmosferin təhrif təsirini nəzərə almaq mümkün deyil.

Комплексным показателем загрязнения атмосферного воздуха региона является так называемая оптическая толщина атмосферы [1]. Этот фактор играет важнейшую роль и при интерпретации аэрокосмической информации - без знания оптической толщины невозможно учесть искажающее влияние атмосферы на информацию, полученную с аэрокосмических платформ.

Измерения оптической толщины атмосферы τ производятся при различных длинах волн λ , и для оперативного учета атмосферы необходимо иметь формулы зависимости τ от λ , с помощью которых можно было бы вычислять оптическую толщину при тех длинах волн, на которых измерения не проводятся.

Для построения зависимостей спектральных оптических толщ атмосферы от длины волны был использован алгоритм

GNM. В качестве исходных были использованы данные, приведенные в [2].

$$\tau_1 = f_1(\lambda), \tau_2 = f_2(\lambda),$$

где τ_1 - общая оптическая толщина; τ_2 - релеевская оптическая толщина, в алгоритме были заданы:

1. Матрица начального приближения

$$G_{0,0} = (\lambda : e^{\lambda} : 2\lambda^2 : 3\lambda^3 : \lambda^{0,3} : \lambda^{0,5} : 0 : 1 : 0 : \dots : 0),$$

2. Максимальная сложность $S=51$, $t=1000$;

3. Свобода выбора $F=5$; $\delta_1=10^{-4}$; $\delta_2=10^{-4}$.

Для отбора моделей использовался критерий регулярности. В обучающую выборку было включено двадцать точек, а в проверочную - две. По минимуму критерия регулярности для τ_1 при помощи алгоритма была найдена модель

$$\tau_1' = \lambda(10,9766 \cdot \lambda^{0,5} \cdot 2^{\lambda} + 1,7331 - 7,8160 \cdot 3^{\lambda}). \quad (8)$$

Эта модель получена на третьем этапе. Четвертый и пятый этапы новых моделей не дали. Это указало на то, что увеличение сложности не приводит к уменьшению критерия. В процессе самоорганизации при также получены модели:

$$\tau_1' = 1,4905e^{\lambda} \lambda^{0,8} + 0,8035e^{\lambda} 2^{\lambda}, \quad (9)$$

$$\tau_1' = -1,7515\lambda^{0,8} + 1,0372e^{\lambda}, \quad (10)$$

$$\tau_1' = -1,5986 \cdot 2^{\lambda} \cdot \lambda^{0,8} + 0,8800e^{2\lambda}, \quad (11)$$

$$\tau_1' = -1,8005 \cdot 2^{\lambda} \cdot \lambda^{0,5} + 1,3056 \cdot 3^{\lambda}, \quad (12)$$

$$\tau_1' = -1,6635\lambda^{1,3} + 0,6571 \cdot 3^{\lambda}. \quad (13)$$

Для всех выше обозначенных моделей и модели, приведенной в [9],

$$\tau_1 = a\lambda^{-b} + c, \quad (14)$$

где a, b, c - параметры, рассчитанные по методу наименьших квадратов (см. табл. 3 в [9]), вычислялись относительные погрешности узловых точек (табл. 1).

Таблица 1
Относительная погрешность в узловых точках Моделей (8) - (14)

λ , нм	5,8	5,9	5,10	5,11	5,12	5,13	5,14
400	12,0	17,2	14,9	16,7	15,6	17,0	9,68
420	6,73	2,6	4,6	5,6	4,0	5,3	6,12
440	4,7	2,6	3,9	3,1	3,3	2,7	4,7
460	3,0	2,6	3,3	2,9	3,0	2,7	7,02
480	3,89	4,9	5,1	5,0	4,9	5,0	5,26
500	0,55	2,7	2,4	2,6	2,4	2,7	7,44
520	0,18	2,7	2,0	2,5	2,2	2,8	7,36
540	2,86	0,6	0,4	0,2	0,2	0,5	9,2
560	3,0	0,6	0,5	0,2	0,2	0,6	8,81
580	0,56	1,3	1,9	2,6	2,2	3,2	6,02
600	2,56	1,0	0,5	0,4	0,0	1,2	8,05
620	1,87	1,33	0,2	0,65	0,3	1,22	6,70
660	8,8	10,9	9,34	10,17	9,9	10,7	3,66
680	1,56	2,7	1,4	2,08	1,9	2,5	1,89
700	3,13	3,3	2,3	2,83	2,7	3,2	1,69
730	1,41	0,25	0,36	0,05	0,05	0,08	3,33
750	2,8	1,7	1,97	1,83	1,75	1,86	4,33
800	2,8	6,0	5,36	5,69	5,5	6,2	8,52
830	2,34	5,5	4,34	4,88	4,74	5,77	2,35
850	1,35	5,1	2,47	3,20	3,08	4,41	1
870	0,63	2,3	0,36	1,21	1,18	2,78	1,34
890	0,25	0,2	2,03	1,12	0,97	0,88	1,15

Сравнительный анализ показал, что все полученные нами модели по точности превосходят модель, данную в [9]. Необходимо отметить, что модель (14) представляет собой формулу Ангстрема и наиболее часто используется для вычисления оптических толщ атмосферы.

Для τ_2 по минимуму критерия регулярности при помощи алгоритма была найдена модель

$$\tau_2' = -0,2877\lambda \cdot e^{\lambda} + 1,0597\lambda. \quad (15)$$

Кроме того были получены еще три модели:

$$\tau_2' = -0,2455 \cdot 3^{\lambda} + 1,0105\lambda, \quad (16)$$

$$\tau_2' = -0,4672e^{\lambda} \cdot 2^{\lambda} + 2,7091\lambda \quad (17)$$

$$\tau_2' = 2,6120\lambda^{0,6} - 0,8727e^{\lambda} \quad (18)$$

На втором этапе алгоритм прекратил работу.

В [9] не приведены параметры a, b, c для модели τ_2 , поэтому сравнивались данные табл. 1, 2 и табл. 3, 4 модели для имеют большую ошибку, чем модели τ_1 . Эта можно объяснить тем, что τ_2 рассчитывались по формуле

$$\tau_2 = \tau_1 - \tau_R$$

где τ_R - релеевская оптическая толщина, полученная теоретически (16).

Таблица 2
Относительные погрешности в узловых точках Моделей (15) - (18)

λ , нм	(15)	(16)	(17)	(18)
400	3,0	3,15	36,92	21
420	37,42	37,26	1,84	17,79
440	12,38	12,38	13,38	0,38
460	2,83	2,81	15,48	4,92
480	1,96	1,89	11,67	3,14
500	2,43	2,43	11,6	5,2
520	6,43	6,43	11,9	7,40
540	7,39	7,36	9,94	6,94
560	8,44	8,44	8,44	6,85
580	4,66	4,00	1,85	1,52
600	5,52	5,44	1,44	2,26
620	4,29	4,21	1,44	0,5
660	2,35	2,26	5,79	2,08
680	1,33	1,42	10,52	5,96
700	5,06	5,12	15	9,78
730	2,33	2,39	12,0	6,52
750	2,39	2,45	11,64	6,15
800	1,32	1,32	4,97	0,7
830	0,5	0,5	4,18	1,27
850	2,65	2,47	3,88	2,31
870	1,38	1,13	0,4	0,16
890	3,06	3,22	2,35	0,3

Таблица 3.
Средняя квадратическая (1) и средняя относительная (3) ошибки Моделей (8) - (14)

Модель	1	2, %
(8)	4,7 10^{-4}	3,05
(9)	7,1 10^{-4}	3,54
(10)	5,7 10^{-4}	3,06
(11)	6,4 10^{-4}	3,43
(12)	6,0 10^{-4}	3,2
(13)	7,1 10^{-4}	3,79
(14)	7,3 10^{-4}	5,3

Таблица 4

Средняя квадратическая (1) и средняя относительная (3) ошибки моделей (15) – (18)

Модель	1	2, %
(15)	4,3. 10^{-4}	5,36
(16)	4,2. 10^{-4}	5,42
(17)	4,2. 10^{-4}	5,42
(18)	2,6. 10^{-4}	5,14

ЛИТЕРАТУРА

1. Мамедов М.И., Гулузаде Р.К., Мустафазаде Н.. Применение метода группового учета аргументов для обработки данных мониторинга атмосферы –

Известия, АНАКА, том 18, № 3, 2015, с. 40-44.

2. Берлянд М.Е., Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. -272 с.
3. Васильев О.Б., Гришечкин В.С., Кашин Ф.В., Лейва А.А., Петелин Г.М. Исследования спектральной индикатрис рассеяния и определение параметров аэрозоля. – В кн.: Проблемы физики атмосферы. – Л.:Гидрометеиздат, 1982, с. 230-246.

*Məqaləyə MAKA KC MKB-nin
şöbə rəisi, t.e.n. M.İ. Məmmədov
rəy vermişdir*