

УДК 535.42

Оптические характеристики ледяных атмосферных кристаллов произвольной формы с разным количеством граней для задач лазерного зондирования

В.А. Шишко[✉], И.В. Ткачев, Д.Н. Тимофеев,
Н.В. Кустова, А.В. Коношонкин*

*Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН
634055, г. Томск, пл. Академика Зуева, 1*

Поступила в редакцию 23.04.2024;
после доработки 08.05.2024;
принята к печати 02.09.2024

Решение задачи рассеяния света на атмосферных ледяных кристаллах крайне необходимо для интерпретации данных лазерного зондирования атмосферы. С целью ее решения рассчитаны матрицы обратного рассеяния света для ледяных атмосферных кристаллов произвольной формы с количеством граней 15, 20 и 40 в диапазоне размеров от 10 до 300 мкм в рамках приближения физической оптики. Расчеты проводились для случая хаотической пространственной ориентации частиц в рамках однократного рассеяния света на длинах волн излучения 0,532 и 1,064 мкм. Результаты статистического анализа демонстрируют незначительные отклонения в оптических характеристиках кристаллов произвольной формы с разным количеством граней. Показано, что оптические характеристики эталонной частицы, взятой из банка данных ИОА СО РАН, укладываются в вышеописанное распределение. Таким образом, работа подтверждает обоснованность использования рассчитанного банка данных для случая широкого набора частиц с количеством граней от 15 до 40. Полученные результаты необходимы для построения алгоритмов интерпретации лидарных данных зондирования перистых облаков.

Ключевые слова: физическая оптика, обратное рассеяние света, атмосферные кристаллы, произвольная форма; physical optics, light backscattering, atmospheric crystals, arbitrary shape.

Введение

Атмосферные ледяные частицы, которые обычно встречаются в перистых облаках, являются предметом современных международных исследований и важной составляющей климатических моделей, поскольку оказывают влияние на перенос солнечной радиации [1–3]. Перистые облака образуются на высотах от 6 до 14 км (в зависимости от широты) при температурах приблизительно от –10 до –50 °С. Они, как правило, состоят из ледяных частиц гексагональной формы. Однако при механическом разрушении частиц их форма может быть произвольной. Также модель частиц произвольной формы является хорошей аппроксимацией неидеальных частиц. Чаще всего размеры таких частиц колеблются в диапазоне от 10 до 300 мкм [4] (размер – расстояние между наиболее удаленными друг от друга точками).

Основная проблема в исследованиях частиц перистых облаков – недостаток информации об актуальных физических параметрах частиц в облаках (геометрическая форма, характерный размер и т.д.). Кроме того существующие банки данных, содержащие информацию об оптических характеристиках ледяных частиц, являются неполными даже в рамках однократного рассеяния [5–8].

Для исследования ледяных облаков применяются прямые и дистанционные методы. К прямым методам относятся непосредственные измерения с воздушных судов [9, 10]. Данные, полученные таким образом, – первичная информация о параметрах частиц в облаках. Однако этот подход может быть малоэффективен из-за выраженной ориентации частиц в пространстве в момент измерения. Более того, частицы могут разрушаться, попадая в измерительный прибор.

К дистанционным методам относятся методы пассивного и активного мониторинга атмосферы. Пассивный мониторинг проводится с помощью радиометров, например таких, которые используются в международной сети AERONET [11]. Активный мониторинг проводится при помощи различных наземных лидарных сетей (EARLINET [12],

* Виктор Андреевич Шишко (sva@iao.ru); Илья Валерьевич Ткачев (tiv@iao.ru); Дмитрий Николаевич Тимофеев (tdn@iao.ru); Наталья Валентиновна Кустова (kustova@iao.ru); Александр Владимирович Коношонкин (sasha_tvo@iao.ru).

AD-Net [13], LALINET [14]) и космических лидаров (CALIPSO [15], EarthCARE [16]). Для изучения частиц перистых облаков в основном используют метод лазерного зондирования с помощью лидаров. Обратный сигнал (направление рассеяния 180°), отраженный от облаков, который получают лидары, в конечном итоге представляет собой набор параметров вектора Стокса [17]. Эти параметры могут быть рассчитаны на основе полной матрицы рассеяния света и нуждаются в интерпретации, поэтому необходим банк данных матриц рассеяния света для всех возможных физических параметров исследуемых частиц.

Задача рассеяния света на ледяных атмосферных кристаллических частицах имеет ряд особенностей, которые не присущи задачам рассеяния на жидко-капельном атмосферном аэрозоле или газовой составляющей атмосферы. Во-первых, ледяные кристаллы имеют несферическую форму в основном с гексагональным основанием, в которой присутствуют прямые двугранные углы. Вследствие этого рассеянный свет распределяется по направлениям рассеяния специфическим образом, и возникают такие атмосферные эффекты, как гало 22° и 46° , ложные солнца и т.д. [18]. Во-вторых, у таких частиц появляется дополнительный параметр — пространственная ориентация. Можно решать задачу рассеяния света в предположении, что ориентация частиц является как преимущественной [19, 20], так и хаотической [21]. В таком случае недостаточно рассчитать матрицу рассеяния света для фиксированной ориентации частицы, а для некоторых задач количество ориентаций может достигать десятков миллионов. В-третьих, размеры таких частиц часто значительно превышают рабочие длины волн, используемые лидарами (0,355; 0,532; 1,064 мкм), и далеко не все методы применимы к решению задачи рассеяния света на таких крупных частицах.

Для расчета матрицы обратного рассеяния света используются аналитические и численные методы. Аналитические методы (такие как Теория Ми [22]) хорошо применимы для решения задачи рассеяния света частицами сферической формы. Задача для несферических частиц в основном решается численными методами, которые, в свою очередь, делятся на точные и приближенные. Точные численные методы, такие как П-ТМ [23] и DDA [24], хорошо применимы к частицам, размеры которых не сильно превышают длину волны падающего излучения, однако их вычислительная сложность растет с увеличением размера частиц даже при расчете оптических характеристик частицы с фиксированной пространственной ориентацией. К приближенным методам относится приближение геометрической оптики [25], но оно плохо подходит для задач лазерного зондирования. Данный метод применим к частицам перистых облаков, однако он не учитывает физические свойства света, такие как дифракция и интерференция. Наиболее подходящим методом для решения данной задачи является приближение физической оптики [26].

С помощью метода физической оптики был рассчитан банк данных матриц обратного рассеяния света ИОА СО РАН [27] (далее БД), однако в нем по-прежнему отсутствуют некоторые типы частиц, которые встречаются на снимках, сделанных в полевых экспедициях. К ним относятся частицы произвольной (нерегулярной) формы [28, 29]. Таких форм бесконечное множество, поэтому для построения БД было принято решение использовать частицу со средними оптическими характеристиками, описанную в работе [29], в качестве эталона (рис. 1). Однако ее выбор был сделан на основе оптических характеристик, полученных в приближении геометрической оптики. Поэтому необходимо сравнить оптические характеристики эталонной частицы и множества других частиц произвольной формы, но рассчитанных уже в рамках приближения физической оптики. Кроме того, до сих пор не исследовано влияние количества граней у частиц произвольной формы на характеристики обратного рассеяния света. Все это необходимо для верификации имеющихся в БД оптических характеристик частиц неправильной формы.



Рис. 1. Геометрическая форма эталонной частицы, используемая в БД в качестве произвольной формы

Цели настоящей работы — расчет оптических характеристик множества частиц произвольной формы в рамках приближения физической оптики и их сравнение с характеристиками эталонной частицы из БД ИОА СО РАН, а также анализ влияния количества граней в частицах на характеристики обратного рассеяния света.

Материалы и методы

Характеристики обратного рассеяния света, рассматриваемые в данной статье, — это дифференциальное сечение рассеяния (σ), лидарное (η), линейное деполаризационное (δ) и спектральное (χ) отношения:

$$\eta = \frac{\sigma_e}{\sigma}; \quad \delta = \frac{\sigma_{\perp}}{\sigma_{\parallel}}; \quad \chi = \frac{\sigma_{\lambda_{1,064}}}{\sigma_{\lambda_{0,532}}}, \quad (1)$$

где σ_e — сечение экстинкции; $\sigma_{\perp}$ и $\sigma_{\parallel}$ — сечения обратного рассеяния для перпендикулярной и параллельной компонент относительно падающего линейно поляризованного света, усредненные по статистическому ансамблю кристаллов в облаке; σ_{λ} — дифференциальное сечение рассеяния для длины волны λ .

Если выразить эти величины через элементы матрицы обратного рассеяния света, то они записываются следующим образом:

$$\eta = \frac{2s}{M_{11}}; \quad \delta = \frac{M_{11} - M_{22}}{M_{11} + M_{22}}; \quad \chi = \frac{M_{11}(\lambda_{1,064})}{M_{11}(\lambda_{0,532})}, \quad (2)$$

где s — средняя площадь проекции частицы; M_{ii} — ii -й элемент матрицы обратного рассеяния света.

Для исследования были созданы трехмерные модели частиц (2000 шт.), размер и форма которых выбирались генератором случайных чисел. В работе [28] была предложена модель кристалла случайной формы в виде выпуклого многогранника с треугольными гранями, в настоящем исследовании выпуклый многогранник имел многоугольную форму граней, что оптимально для алгоритма трассировки пучков.

Для моделирования частицы произвольной формы с 15 гранями в 2018 г. применялся следующий алгоритм. Сначала на некотором расстоянии (для выбора значения использовалось равномерное распределение в диапазоне от 10 до 20) R_i от центра координат частицы случайным образом строилось N плоскостей. Затем частица определялась как совокупность точек пространства между началом координат и построенными плоскостями. Расстояние R_i выбиралось случайным образом для каждой плоскости из заранее заданного диапазона. Таким образом, был построен набор частиц с 15 гранями.

Для генерации частиц с 20 и 40 гранями в настоящей работе применялся обновленный алгоритм, который позволяет более эффективно генерировать частицы. Выбиралась центральная точка и вокруг этой точки строились две сферы радиусами $R_{\min}$ и $R_{\max}$ в диапазоне от 10 до 20. Далее между этими сферами случайным образом выбирались N точек в пространстве, где N — необходимое число граней (в нашем случае 20 и 40). Далее между централь-

ной точкой и остальными N точками проводились линии, которые являлись перпендикулярами к плоскостям, проходящим через точки. В результате пересечения всех сгенерированных плоскостей образовывались плоскости частицы. Случайным образом были выбраны частицы с 20 и 40 гранями в количестве 140 шт. для каждого набора.

В качестве примера на рис. 2 показаны геометрические формы некоторых частиц с разным количеством граней $N = 15, 20$ и 40.

Результаты и обсуждение

Анализ оптических характеристик набора частиц произвольной формы с эталонной частицей представлен на рис. 3. Исследование проводилось для частиц с разным количеством граней. Представлены зависимости σ , δ и η от максимального размера частицы $D_{\max}$. Видно, что с ростом $D_{\max}$ увеличивается σ и уменьшается η . Также очевидно, что чем больше у частицы граней, тем больше ее площадь поверхности и больше значение σ , что связано с микрофизикой моделируемых частиц. Важно отметить, что δ не зависит ни от размера частицы, ни от количества граней, из-за чего результаты лежат в основном в окрестностях математического ожидания эталонной частицы 0,529 со среднеквадратичным отклонением от 0,043 до 0,022, которое уменьшается с увеличением числа граней.

В таблице представлен статистический анализ линейного деполаризованного и лидарного соотношений для набора частиц произвольной формы с разным количеством граней. Как видно, математическое ожидание δ для всех частиц хорошо сходится со значениями для эталонной частицы, а дисперсия уменьшается в два раза при увеличении числа граней с 15 до 40. В то же время имеются отличия в значении η . Во-первых, математическое ожидание η

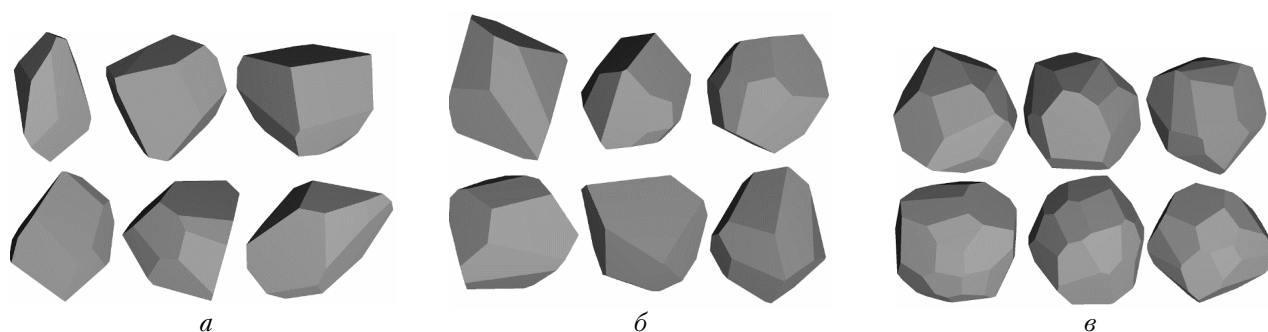


Рис. 2. Геометрические формы произвольных частиц, используемых в расчетах, с разным количеством граней: $N = 15$ (а), $N = 20$ (б), $N = 40$ (в)

Статистический анализ частиц произвольной формы с разным количеством граней

Параметр	Эталонная частица		$N = 15$		$N = 20$		$N = 40$	
	δ	η	δ	η	δ	η	δ	η
Математическое ожидание	0,529	38,618	0,525	30,736	0,516	19,161	0,537	16,104
Медиана	0,527	38,832	0,526	29,268	0,513	18,514	0,539	15,029
Дисперсия	0,005	5,696	0,033	7,644	0,023	3,18	0,016	2,426
СКО	0,007	7,146	0,043	9,575	0,029	4,22	0,022	3,613

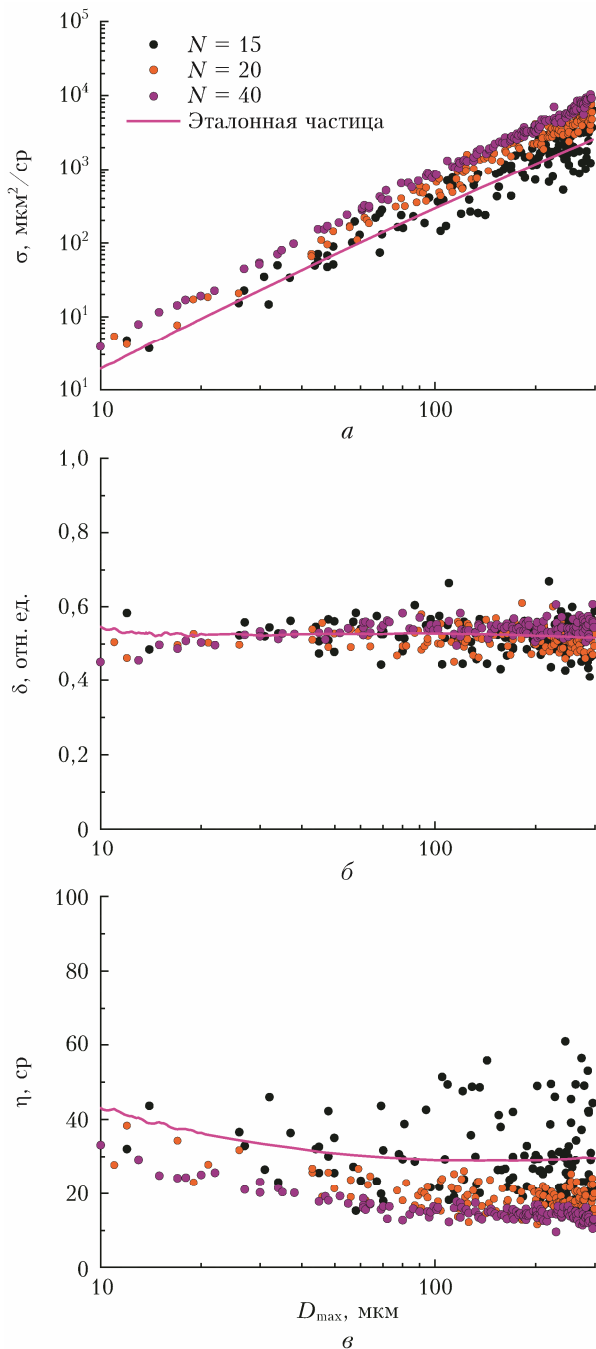


Рис. 3. Зависимости: дифференциального сечения рассеяния (а); линейного деполаризационного (б) и лидарного отношений (в) от $D_{\max}$ для частиц произвольной формы; $\lambda = 0,532$ мкм (см. цветные рисунки на сайте <http://iao.ru/ru/content/vol.37-2024/iss.10>)

уменьшается с ростом числа граней частицы. Во-вторых, дисперсия η уменьшается в три раза при увеличении числа граней с 15 до 40.

На рис. 4 представлены зависимости $\chi(1,064/0,532)$ от $D_{\max}$ и $\delta(0,532)$ и η от $\delta(0,532)$ для различных форм ледяных частиц. Видно, что такой подход позволяет отличать частицы гексагональной формы от частиц произвольной формы и дроксталлов. Частицы произвольной формы с раз-

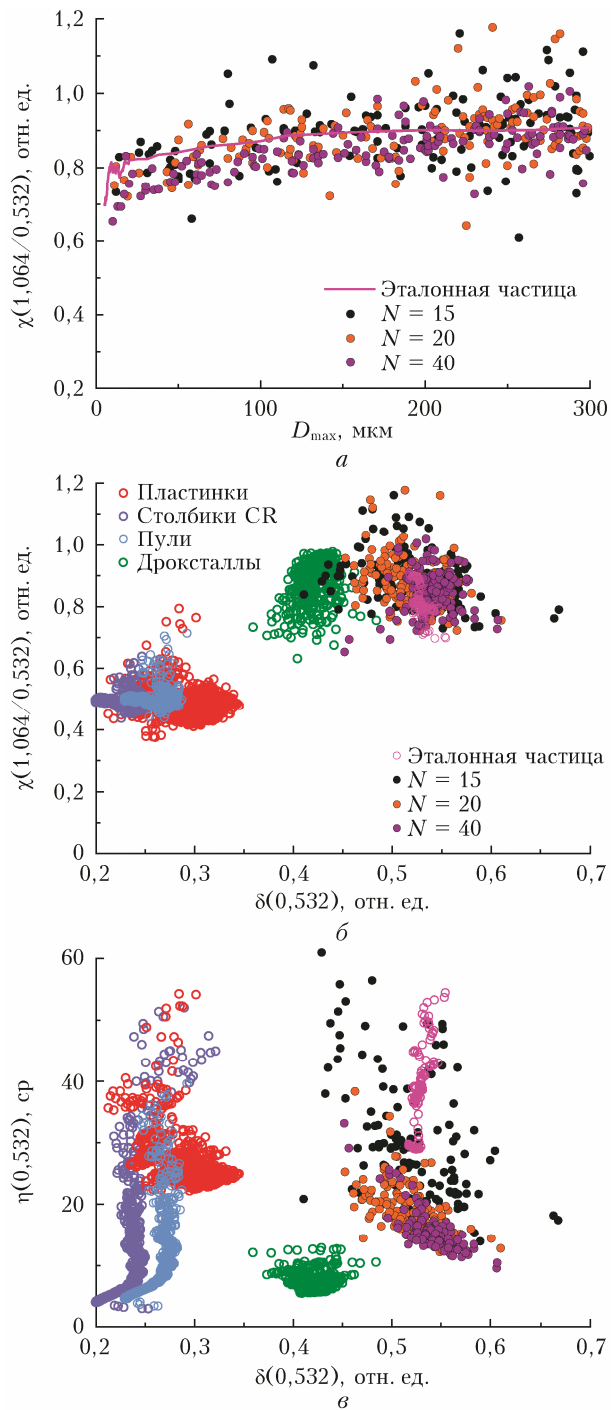


Рис. 4. Зависимости спектрального отношения от размера частицы (а) и линейного деполаризационного отношения (б); лидарного от линейного деполаризационного отношения (в) для частиц произвольной формы

ным количеством граней лежат в той же области, что и эталонная частица: это подтверждает возможность использования ее как эталона для БД.

Заключение

В настоящей работе проведены анализ и сравнение наборов частиц из 15, 20 и 40 граней с ранее рассчитанной эталонной частицей. Анализ показал,

что в основном оптические характеристики частиц с разным количеством граней довольно близки к оптическим характеристикам эталонной частицы, что наглядно демонстрирует справедливость выбора эталонной частицы для банка данных. Однако видна закономерность: чем больше у частицы граней, тем больше ее дифференциальное сечение рассеяния. График линейного деполяризационного отношения, в свою очередь, показывает, что оптические характеристики частицы независимо от количества граней близки к характеристикам эталонной частицы. Такой результат подтверждает, что с помощью банка данных, построенного для эталонной частицы, можно интерпретировать результаты лазерного зондирования атмосферы. Даже не зная точной формы частицы, диаграммы зависимости спектрального отношения от линейного деполяризационного и лидарного отношения от линейного деполяризационного позволяют определить форму частицы независимо от ее размера.

Финансирование. Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 23-77-01084, <https://rscf.ru/project/23-77-01084/>).

Список литературы

1. Sato K., Okamoto H. Global analysis of height-resolved ice particle categories from spaceborne lidar // *Geophys. Res. Lett.* 2023. V. 50. P. e2023GL105522. DOI: 10.1029/2023GL105522.
2. Fan C., Chen Y.-H., Chen X., Lin W., Yang P., Huang X. A refined understanding of the ice cloud longwave scattering effects in climate model // *J. Adv. Model Earth Sy.* 2023. V. 15. P. e2023MS003810. DOI: 10.1029/2023MS003810.
3. Kovadlo P., Shikhovtsev A., Lukin V., Kochugova E. Solar activity variations inducing effects of light scattering and refraction in the Earth's atmosphere // *J. Atmos. Sol.-Terr. Phys.* 2018. V. 179. P. 468–471. DOI: 10.1016/j.jastp.2018.06.001.
4. Mitchell D.L., Mishra S., Lawson R.P. *Cirrus Clouds and Climate Engineering: New Findings on Ice Nucleation and Theoretical Basis*. London: IntechOpen, 2011. 290 p. DOI: 10.5772/24664.
5. Pincus R., Hubanks P.A., Platnick S., Meyer K., Holz R.E., Botambekov D., Wall C.J. Updated observations of clouds by MODIS for global model assessment // *Earth Syst. Sci. Data*. 2023. V. 15, N 6. P. 2483–2497. DOI: 10.5194/essd-15-2483-2023.
6. Yang P., Wei H., Huang H.-L., Baum B.A., Hu Y.X., Kattawar G.W., Mishchenko M.I., Fu Q. Scattering and absorption property database for nonspherical ice particles in the near- through far-infrared spectral region // *Appl. Opt.* 2005. V. 44. P. 5512–5523. DOI: 10.1364/AO.44.005512.
7. Hess M., Koepke P., Schult I. Optical properties of aerosols and clouds: The software package OPAC // *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 1998. V. 79. P. 831–844. DOI: 10.1175/1520-0477(1998)079<0831:OPOAAC>2.0.CO;2.
8. Baum B.A., Yang P., Heymsfield A.J., Bansemer A., Cole B.H., Merrelli A., Schmitt C., Wang C. Ice cloud single-scattering property models with the full phase matrix at wavelengths from 0.2 to 100 μm // *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*. 2014. V. 146. P. 123–139. DOI: 10.1016/j.jqsrt.2014.02.029.
9. Heymsfield A.J., Bansemer A., Field P.R., Durden S.L., Stith J.L., Dye J.E., Hall W., Grainger C.A. Observations and parameterization of particle size distributions in deep tropical cirrus and stratiform precipitating clouds: Results from *in-situ* observations in TRMM field campaigns // *J. Atmos. Sci.* 2002. V. 59. P. 3457–3491. DOI: 10.1175/1520-0469(2002)059%3C3457:OAPOPS%3E2.0.CO;2.
10. Heymsfield A.J. Properties of tropical and midlatitude ice cloud particle ensembles. Part 1: Medium mass diameters and terminal velocities // *J. Atmos. Sci.* 2003. V. 60. P. 2592–2611. DOI: 10.1175/1520-0469(2003)060%3C2573:POTAMI%3E2.0.CO;2.
11. Khademi F., Bayat A. Classification of aerosol types using AERONET version 3 data over Kuwait city // *Atmos. Environ.* 2021. V. 265. P. 118716. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2021.118716.
12. Baars H., Ansmann A., Ohmeyer K., Haarig M., Engelmann R., Althausen D., Hanssen I., Gausa M., Pietruczuk A., Szkop A., Stachlewska I., Wang D., Reichardt J., Skupin A., Mattis I., Trickl T., Vogelmann H., Guzmán F., Haeferle A., Pappalardo G. The unprecedented 2017–2018 stratospheric smoke event: Decay phase and aerosol properties observed with the EARLINET // *Atmos. Chem. Phys.* 2019. V. 19. P. 15183–15198. DOI: 10.5194/acp-19-15183-2019.
13. Nishizawa T., Sugimoto N., Matsui I., Shimizu A., Higurashi A., Jin Y. The Asian Dust and Aerosol Lidar Observation Network (AD-NET) // *EPJ Web of Conferences*. 2016. V. 119. P. 19001. DOI: 10.1051/epjconf/201611919001.
14. Guerrero-Rascado J.L., Landulfo E., Antuña J.C., de Melo Jorge Barbosa H., Barja B., Bastidas Á.E., Bedoya A.E., da Costa R.F., Estevan R., Forno R., Gouveia D.A., Jiménez C., Larroza E.G., da Silva Lopes F. J., Montilla-Rosero E., de Arruda Moreira G., Nakaema W.M., Nisperuza D., Alegria D., Silva A. Latin American Lidar Network (LALINET) for aerosol research: Diagnosis on network instrumentation // *J. Atmos. Sol-Terr. Phys.* 2016. V. 138–139. P. 112–120. DOI: 10.1016/J.JASTP.2016.01.001.
15. Winker D.M., Vaughan M.A., Omar A., Hu Y., Powell K.A., Liu Z., Hunt W.H., Young S.A. Overview of the CALIPSO mission and CALIOP data processing algorithms // *J. Atmos. Ocean. Technol.* 2009. V. 26, N 11. P. 2310–2323. DOI: 10.1175/2009JTECHA1281.1.
16. Wehr T., Kubota T., Tzeremes G., Wallace K., Nakatsuka H., Ohno Y., Koopman R., Rusli S., Kikuchi M., Eisinger M., Tanaka T., Taga M., Deghaye P., Tomita E., Bernaerts D. The EarthCARE mission – science and system overview // *Atmos. Meas. Tech.* 2023. V. 16, N 15. P. 3581–3608. DOI: 10.5194/AMT-16-3581-2023.
17. Mishchenko M.I., Hovenier J.W., Travis L.D. *Light Scattering by Nonspherical Particles: Theory, Measurements, and Geophysical Applications*. San Diego: Academic Press, 1999. 690 p.
18. Волковицкий О.А., Павлова Л.Н., Петрушин А.Г. Оптические свойства кристаллических облаков. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 197 с.
19. Noel V., Sassen K. Study of planar ice crystal orientations in ice clouds from scanning polarization lidar observations // *J. Appl. Meteor. Climatol.* 2005. V. 44. P. 653–664. DOI: 10.1175/JAM2223.1.
20. Коханенко Г.П., Балин Ю.С., Боровой А.Г., Новоселов М.М. Исследования ориентации кристаллических частиц в ледяных облаках сканирующим лидаром // *Оптика атмосф. и океана*. 2022. Т. 35, № 4.

- C. 319–325. DOI: 10.15372/AOO20220412; *Kokhanenko G.P., Balin Yu.S., Borovoi A.G., Novoselov M.M.* Studies of the orientation of crystalline particles in ice clouds by a scanning lidar // *Atmos. Ocean. Opt.* 2022. V. 35, N 5. P. 509–516.
21. *Коношонкин А.В., Кустова Н.В., Боровой А.Г.* Особенности в деполяризованном отношении лидарных сигналов для хаотически ориентированных ледяных кристаллов перистых облаков // *Оптика атмосф. и океана.* 2013. Т. 26, № 5. С. 385–387.
 22. *Wiscombe W.J.* Improved Mie scattering algorithms // *Appl. Opt.* 1980. V. 19. P. 1505–1509. DOI: 10.1364/AO.19.001505.
 23. *Zhang Y., Ding J., Yang P., Panetta R.L.* Vector spherical wave function truncation in the invariant imbedding T-matrix method // *Opt. Express.* 2022. V. 30, N 17. P. 30020–30037. DOI: 10.1364/OE.459648.
 24. *Zhu Y., Liu C., Yurkin M.* Reducing shape errors in the discrete dipole approximation using effective media // *Opt. Express.* 2023. V. 31. P. 43401–43415. DOI: 10.1364/OE.509479.
 25. *Macke A., Mueller J., Raschke E.* Single scattering properties of atmospheric ice crystal // *J. Atmos. Sci.* 1996. V. 53, N 19. P. 2813–2825. DOI: 10.1175/1520-0469(1996)053%3C2813:SSPOAI%3E2.0.CO;2.
 26. *Borovoi A., Konoshonkin A., Kustova N.* The physics optics approximation and its application to light backscattering by hexagonal ice crystals // *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer.* 2014. V. 146. P. 181–189. DOI: 10.1016/j.jqsrt.2014.04.030.
 27. *Ткачев И.В., Тимофеев Д.Н., Кустова Н.В., Коношонкин А.В.* Банк данных матриц обратного рассеяния света на атмосферных ледяных кристаллах размерами 10–100 мкм для интерпретации данных лазерного зондирования // *Оптика атмосф. и океана.* 2021. Т. 34, № 3. С. 199–206. DOI: 10.15372/AOO20210306.
 28. *Му Ц., Каргин Б.А., Каблукова Е.Г.* Численное стохастическое моделирование рассеяния оптического излучения ледяными кристаллами нерегулярных случайных форм // *Вычисл. технол.* 2022. Т. 27, № 2. С. 54–61.
 29. *Shishko V., Konoshonkin A., Kustova N., Timofeev D., Borovoi A.* Coherent and incoherent backscattering by a single large particle of irregular shape // *Opt. Express.* 2019. V. 27. P. 32984–32993. DOI: 10.1364/OE.27.032984.

V.A. Shishko, I.V. Tkachev, D.N. Timofeev, N.V. Kustova, A.V. Konoshonkin. Optical properties of atmospheric ice crystals of arbitrary shape with different number of facets for problems of laser sensing.

Solving of the light scattering problem of atmospheric ice crystals is necessary for the interpretation of laser sensing data of atmosphere. This article presents the results of calculating light backscattering matrices for ice atmospheric crystals of arbitrary shape. The number of faces for these particles is 15, 20, and 40 and the size range is from 10 to 300 μm . Calculations were carried out within the physical optics approximation for the case of arbitrary spatial orientation of particles and single light scattering. The wavelengths of the incident light are 0.532 and 1.064 μm . According to the statistical analysis of crystals, their optical properties slightly differ. It is shown that the optical properties of an etalon particle taken from the IAO SB RAS data bank is satisfied the above distribution. Thus, the results confirm the validity of using the database for the case of a large set of particles with the number of faces from 15 to 40. The results are necessary for constructing algorithms for the interpretation of data of lidar sounding of cirrus clouds.