

База данных по наблюдениям серебристых облаков в районе Москвы

Настоящее исследование нацелено на то, чтобы лучше понимать динамические процессы в средней атмосфере и явления связанные с ледяными частицами между 80 и 100 км, - это переходная область между средней атмосферой и ближним космосом, а еще точнее – область мезопаузы, самое холодное место в атмосфере. Особенно интересны тонкие слои этой области, и в первую очередь – серебристые облака (Noctilucent Clouds, NLC). Эти самые высокие в земной атмосфере облака формируются как правило между 80 и 90 км в летнее время в соответствующем полушарии, когда температура атмосферы достигает своих минимальных значений 120-140 К ($-150^{\circ} \div -130^{\circ}\text{C}$). NLC состоят из ледяных (H_2O) кристалликов с характерным радиусом $\sim 30\text{--}100$ нм, которые эффективно рассеивают солнечный свет и благодаря этому при достаточном количестве ледяных частиц хорошо видны на фоне сумеречного неба. Атмосферная динамика играет решающую роль в изменчивости NLC на разных временных масштабах. Так, турбулентность, атмосферные гравитационные и планетарные волны, солнечные термические и лунные гравитационные приливы формируют значительную изменчивость, определяющую эволюцию NLC в пространстве и времени.

Представленные здесь данные по NLC были получены благодаря многолетнему труду большого московского коллектива специально подготовленных наблюдателей. Наблюдения NLC проводятся в окрестностях Москвы ($\sim 56^{\circ}$ N, 37° E) с 1962 г. в летнее время с конца мая до середины августа, иногда в более короткие промежутки времени. До 2003 г. данные основаны исключительно на визуальных наблюдениях, проводимых по схеме Гришина (1957) при общем руководстве Г.Т.Залюбовиной (в 1962-1964 гг.) и В.А.Ромейко (с 1968 по 2011 гг.). С 2003 г. визуальные наблюдения систематически дублировались, а с 2012 г. были полностью заменены автоматической цифровой фотосъемкой, организованной группой специалистов из Института физики атмосферы им. А.М. Обухова, Шведского института космической физики (IRF-Kiruna) и других научных институтов. Фотосъемка обеспечивает непрерывные наблюдения в течение всей ночи и всего летнего сезона с более высоким временным разрешением и качеством не хуже чем при визуальных наблюдениях. Поэтому с началом «цифровой эры» сезонное число ночей с серебристыми облаками выросло. В то же время для определения морфологической классификации и яркости NLC в «визуальную» (1962-2002 гг.) and «цифровую» (с 2003 г.) эры используются одни и те же алгоритмы (см. ниже).

Московская база данных показывает временные рамки появления и яркость серебристых облаков для каждой ночи, когда они наблюдались, а также соответствующие погодные условия. В случае визуальных наблюдений состояние сумеречного/ночного неба фиксируется в журнале каждые 15 минут в ночное и сумеречное время. Для фотографических наблюдений изображение северной части неба документируется в течение ночи каждые несколько минут (последние 10 лет интервал между снимками составляет 1 мин.). Фотосъемка осуществляется с 20 мая по 15 августа. Записи о ночах, когда серебристые облака не появлялись, также сохраняются в базе данных, поскольку они информируют, позволяли ли погодные условия их наблюдать.

Во время визуальных наблюдений или по результатам фотосъемки в журнале наблюдений делаются следующие записи:

- Дата и время (московское время);
- Время появления и прекращения видимости NLC;
- Яркость NLC, глазомерно оцениваемая по 5-балльной шкале (Гришин, 1957) с шагом 0.5 по контрасту между яркостью серебристых облаков и окружающего сумеречного неба. Границе видимости NLC соответствует значение 0.5 баллов, а наиболее ярким серебристым облакам - 5 баллов (Dalin et al., 2008; Pertsev et al., 2014; Romejko et al., 2003);

- Интегральная яркость NLC оценивается как сумма всех 15-минутных оценок яркости для данной ночи;
- Морфологическая классификация наблюдаемых NLC (I, IIa,b, IIIa,b,c, IVa,b,c) по Гришину (1957);
- Погодные условия оцениваются по 3-балльной шкале (с шагом 0.5). Наименьшее значение 1 соответствует ясному сумеречному сегменту неба (нет тропосферных облаков и тумана, и атмосфера достаточно прозрачна). Максимальное значение (3) соответствует полному закрытию сумеречного сегмента или тропосферными облаками или туманом или сильной дымкой, то есть, полной невозможности наблюдать NLC по погодным условиям.

Ссылки

Гришин Н.И. Инструкция для наблюдений серебристых облаков. – М.: Изд АН СССР, 1957. - 26 с.

Dalin, P., Pertsev, N., Zadorozhny, A., Connors, M., Schofield, I., Shelton, I., Zalcik, M., McEwan, T., McEachran, I., Frandsen, S., Hansen, O., Andersen, H., Sukhodoev, V., Perminov, V., Romejko, V., 2008. Ground-based observations of noctilucent clouds with a northern hemisphere network of automated digital cameras. *J. Atmos. Sol.-Terr. Phys.*, 70, 1460–1472.

Pertsev, N., Dalin, P., Perminov, V., Romejko, V., Dubietis, A., Balčiunas, R., Černis, K., Zalcik, M., 2014. Noctilucent clouds observed from the ground: sensitivity to mesospheric parameters and long-term time series. *Earth, Planets and Space*, 66, 98, doi:10.1186/1880-5981-66-98.

Romejko, V.A., Dalin, P.A., Pertsev, N.N., 2003. Forty years of noctilucent cloud observations near Moscow: database and simple statistics. *J. Geophys. Res.*, 108, D8, 8443, doi:10.1029/2002JD002364.

При использовании Московской базы данных по наблюдению серебристых облаков, необходимо цитирование следующих статей:

Dalin, P., Pertsev, N., Zadorozhny, A., Connors, M., Schofield, I., Shelton, I., Zalcik, M., McEwan, T., McEachran, I., Frandsen, S., Hansen, O., Andersen, H., Sukhodoev, V., Perminov, V., Romejko, V., 2008. Ground-based observations of noctilucent clouds with a northern hemisphere network of automated digital cameras. *J. Atmos. Sol.-Terr. Phys.*, 70, 1460–1472.

Pertsev, N., Dalin, P., Perminov, V., Romejko, V., Dubietis, A., Balčiunas, R., Černis, K., Zalcik, M., 2014. Noctilucent clouds observed from the ground: sensitivity to mesospheric parameters and long-term time series. *Earth, Planets and Space*, 66, 98, doi:10.1186/1880-5981-66-98.

Romejko, V.A., Dalin, P.A., Pertsev, N.N., 2003. Forty years of noctilucent cloud observations near Moscow: database and simple statistics. *J. Geophys. Res.*, 108, D8, 8443, doi:10.1029/2002JD002364.

Файлы с данными приведены в текстовом формате ASCII.

Данные находятся в свободном доступе на сайте Института физики атмосферы им. А.М.Обухова: http://ifaran.ru/lab/lfva/NLC_data_rus.html

Файл	Описание	Столбцы файла
NLC_Moscow_from_1962.txt	Данные наблюдений серебристых облаков в районе Москвы	(1) Год (2) Месяц (3) Дата начала ночи (4) Дата конца ночи (5) Интегральная яркость NLC (баллы) (6) Максимальная за ночь яркость NLC (баллы) (7) Код погодных условий* (8) Время** появления NLC (9) Время** конца видимости NLC (10) Продолжительность видимости NLC (часы)
IMG_2016_06_22_UT21h19m.jpg IMG_2016_06_22_UT21h18m.jpg IMG_2016_06_23_UT21h17m.jpg IMG_2016_06_24_UT21h16m.jpg IMG_2016_06_24_UT21h15m.jpg	Некоторые фотоснимки (сделаны из Обнинска, 2016), использовавшиеся в исследованиях по вариациям яркости NLC	

*Значения кода погодных условий:

- 1.0 – ясно (покрытие **0- 5%** сумеречного сегмента неба тропосферной облачностью) и хорошая прозрачность атмосферы;
- 1.5 – почти ясно (покрытие тропосферной облачностью **5-30%**) и хорошая прозрачность атмосферы;
- 2.0 – полужасно (**30-75%** покрытие), прозрачность достаточно хороша, чтобы видеть NLC;
- 2.5 – малоприспособная погода для регистрации NLC (покрытие тропосферной облачностью **75-95%** или малопрозрачная дымка);
- 3.0 – погода непригодна для регистрации NLC (**95-100%** покрытие тропосферной облачностью или непрозрачная дымка);

Поскольку погодные условия часто меняются в течение ночи, код погодных условий может принимать комбинированные значения: 1.2, 1.3, 1.52, 1.53, 3.21, 2.32 и т.д., отображая последовательность изменений погоды.

** В летние сезоны наблюдений Московское время соответствовало либо UTC+3 часа (для 1962-1980, 1991 и с 2015 г. по настоящее время), либо от UTC+4 часа (для 1981-1990, 1992-2014 гг.).

Последняя редакция базы данных: September 2018, Peter Dalin (pdalin@irf.se) and Nikolay Pertsev (n.pertsev@bk.ru)