

## АТЛАС ОБЛАКОВ

<sup>1</sup>Ю.С. Загайнова, <sup>2</sup>Е.В. Девятова

## CLOUD ATLAS

<sup>1</sup>Yu.S. Zagainova, <sup>2</sup>H.V. Deviatova

Данная работа представляет собой описание Атласа облачности, характерной для окрестностей Саянской обсерватории ИСЗФ СО РАН (Монды), к составлению которого привлечены материалы собственных наблюдений. Специфика нашего атласа в том, что в нем сопоставляются фотоснимки облачности, сделанные с помощью обычной фотокамеры, со снимками, полученными в автоматическом режиме с камеры полного неба (по последним снимкам планируется изучать состояние облачности в районе обсерватории с целью выявления связей определенных форм облачности с астроклиматическими условиями местности). Кроме фотоснимков в атласе представлена краткая информация о каждой конкретной форме облаков, обсуждаются особенности определения состояния облачности по изображениям небосвода с камер полного неба, приводятся рекомендации по оценке состояния облачности как в дневное, так и в ночное время суток и др. При составлении атласа были учтены требования Всемирной метеорологической организации.

This paper is a description of the Cloud Atlas for the cloudiness most characteristic neighborhoods of Sayan Observatory of Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS (Mondy) to the compilation of which involved materials of our own observations. Cloudiness images from a camera and the all-sky camera are compared in the Atlas. According to the all-sky camera pictures the relationship of cloudiness in the Observatory neighborhoods with astroclimatic conditions to be studied. The Atlas presents information about each specific form of clouds, discusses the features of determining the state of clouds in all-sky images, provides guidance on the estimate of cloud by day and at night. By drawing up the Cloud Atlas we considered requirements of the World Meteorological Organization.

**Введение**

Одним из главных компонентов астроклимата является облачность, поэтому для проведения качественных астрономических наблюдений необходимо постоянно отслеживать состояние облачности. Кроме интегральных параметров, определяющих состояние облачности в интересующий момент времени, – ясно, малооблачно, облачно или пасмурно, – астроклимат определяется видом облаков, их ярусом и структурой, которые, в свою очередь, зависят от механизмов движения воздушных масс, что в итоге и определяет качество астрономических наблюдений. Важно знать механизмы облакообразования – волны, конвекция, медленные восходящие движения в зонах фронтов, – с которыми связана и степень «турбулизации» атмосферы. Наблюдения за облачностью необходимо проводить непосредственно в момент астрономических наблюдений, но программа по слежению за состоянием облачности не должна отнимать много времени. С этой целью в настоящее время на астрономических обсерваториях часто используют автоматические камеры полного неба. В Атласе облаков сопоставляются фотоснимки облачности с обычной фотокамеры и камеры полного неба, обсуждаются особенности определения состояния облачности по изображениям небосвода с камер полного неба (см. рисунок). Существует множество Атласов облаков, однако при их сравнении выявляются разногласия в классификации облачности, несмотря на Международный атлас облаков, составленный Всемирной метеорологической организацией (ВМО; англ. World Meteorological Organization). Это объясняется тем, что в разных странах принята своя собственная классификация форм облаков, определяемая историей метеорологической службы, рельефом местности, современными исследованиями в области метеорологии и т. д. Данный Атлас облаков был составлен, для того чтобы помочь наблюдателю правильно оценить вид и характер облачности, а также ее влияние на

качество проводимых астрономических измерений, основываясь на снимках камеры полного неба.



Плотные облака *Ci sp.* Вверху – при визуальном осмотре неба (фотографии получены 02.09.2012 г. в Тункинской долине Республики Бурятия): снимок справа сделан с использованием нейтрального фильтра с целью выделить гало от Солнца и неоднородную структуру *Ci sp.* Внизу – изображение, полученное с камеры полного неба после захода Солнца: видно характерное для данного вида облаков гало вокруг Луны. Гало может наблюдаться также днем вокруг Солнца; радиус и структура гало различны в зависимости от структуры и ориентации кристаллов льда, взвешенных в атмосфере.

### Содержание Атласа облаков

Атлас облаков состоит из десяти глав. В части «Введение и рекомендации» приводятся рекомендации по работе с атласом, изложены основные нюансы, которые необходимо знать астрономам-наблюдателям при планировании астрономических наблюдений.

В следующих четырех главах приводится описание форм, видов и разновидностей облаков разных ярусов. Так, во второй главе подробно на примере иллюстраций описываются характеристики облаков верхнего яруса. В третьей главе атласа изложены особенности отождествления облаков среднего яруса, четвертая глава посвящена облакам нижнего яруса. Далее в отдельной главе приведено описание облаков вертикального развития. В главах II–V приводится информация о высоте, масштабе, составе облаков, о связи облаков каждого рассматриваемого вида с другими формами облачности и процессах их образования.

В настоящее время отдельный раздел метеорологии занимает идентификация облачного покрова по наблюдениям сверху с классификацией (структуры) их верхней поверхности. Для решения таких задач привлекают наблюдательные данные облачного покрова со спутников или с борта самолетов. Например, хорошо известны данные наблюдений из космоса Западного и Восточного побережья Северной Америки серий спутников GOES [<http://goes.ngdc.noaa.gov/>] Аппараты GOES разрабатывались специально для метеорологической программы отслеживания климата и погоды над территорией США. Наблюдения протяженности облачного покрова востребованы еще и в авиации с целью обеспечения безопасности и планирования воздушных перелетов. Классификация облачного покрова не с поверхности Земли, а со спутников и бортов самолетов имеет свою специфику и устоявшую терминологию. Однако следует помнить, что при классификации вида облаков по изображениям их верхней поверхности речь идет о «крупномасштабной» – мезомасштабной – облачности. В сравнении со спутниковыми наблюдениями, на каждой метеорологической станции или астрономической обсерватории регистрация облачности производится с высоким пространственным разрешением. По этой причине в отдельном разделе атласа изложены особенности классификации облаков по виду их верхней поверхности, но очень кратко. Тем, кто интересуется именно обработкой данных облачного покрова по изображениям со спутников, следует обратиться к специализированной литературе. В седьмой главе атласа приводятся формы облаков, которые принято относить к редко встречающимся и к особым отдельным видам. Очень часто в различных изданиях Атласов облаков приводятся всевозможные и порой странные названия для редких форм облаков, которые не утверждены ВМО, что приводит к путанице. На самом деле большая часть форм облаков, которые относят к редко встречающимся видам, давно прошла классификацию и только некоторые недавно отождествленные/зарегистрированные виды облаков, появление

которых, вероятнее всего, связано с особенностями орографии места их наблюдения, можно полноправно отнести к особым и редким, – такие как, например, «Утренняя Глория», «Шероховатые волны» или «Атмосферные дыры». Следует отметить, что некоторые из редко встречающихся видов облаков до сих пор не имеют устоявшихся названий, утвержденных ВМО. Так, например, вид «пилеолус», «облако-шляпа» следует относить к чечевицеобразным облакам верхнего (*Cirrocumulus lenticularis*; сокращение *Cc lent.*), среднего (*Alto cumulus lenticularis*; сокращение *Ac lent.*) или нижнего яруса (*Stratocumulus lenticularis*; сокращение *Sc lent.*) в зависимости от высоты наблюдения этих облаков. К сведению, метеорологи США используют собственную классификацию для чечевицеобразных облаков, согласно которой их подразделяют на высококучевые линзообразные облака (*ACSL*), слоисто-кучевые линзовидные (*SCSL*) и перисто-линзовидные (*CCSL*).

В восьмой главе атласа приводится информация о смене облачных форм, о влиянии рельефа земной поверхности на атмосферные процессы и погоду. Понятно, что по информации о локальной циркуляции оценить астроклимат в целом очень сложно. Это требует учета глобальных процессов: необходима статистика, построенная на многолетних наблюдениях облачных форм на конкретной обсерватории. Кроме того, для астрономов-наблюдателей иногда достаточно оценить только отдельные численные параметры, характеризующие астроклимат, которые связаны, например, с дрожанием изображений, эффектами «лизирования», мерцанием звезд. В то же время астрономам-наблюдателям необходимо правильно распланировать время наблюдений, что требует рассмотрения мезомасштабной и орографической облачности и учета крупномасштабных особенностей циркуляции атмосферы. Именно поэтому необходимо знать не только конкретные формы облаков, но и основные процессы, приводящие к образованию тех или иных форм (эта информация изложена в главах II–V). Однако поскольку долгосрочный прогноз погоды не входит в непосредственные обязанности астрономов-наблюдателей, эволюция облачных форм и связанные с ними признаки погоды обсуждаются в атласе кратко. Тем не менее знания даже краткой информации об эволюции облачных форм достаточно для правильного планирования астрономических наблюдений на ближайшее время.

В девятой главе обсуждаются вопросы влияния рельефа земной поверхности на атмосферные процессы и погоду. Рассмотрены формы облаков, соответствующие горным регионам, т. е. разновидности облаков, которые принято относить к орографическим, например, чечевицеобразные облака, облачная гряда, облачная шапка и т. д. Приводятся общие сведения о воздействии рельефа местности на воздушный поток. Указано, какие формы орографических облаков могут быть связаны с последующим изменением погоды.

В десятой главе мы рассмотрели неблагоприятные для эксплуатации оптических инструментов атмосферные явления.

В конце атласа перед списком литературы, использованной при его составлении, приведены латинские названия форм, видов и разновидностей облаков и их сокращенные обозначение согласно требованиям ВМО.

*СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ*

- Белоусов С.Л., Васильев А.А., Вельтищев Н.Ф. и др. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Ч. I. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 702 с.
- Беспалов Д.П., Девяткин А.М., Довгалюк Ю.А. и др. Атлас облаков. СПб.: Д'АРТ, 2011. 248 с.
- Гуральник И.И., Дубинский Г.П., Ларин В.В., Мамиконова С.В. Метеорология. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 440 с.
- Дарчия Ш.П. Об астрономическом климате СССР. М.: Наука, 1985. 176 с.
- Дашко Н.А. Курс лекций по синоптической метеорологии. Ч. 1. Владивосток: Издательский дом ДВФУ, 2005. С. 18.
- Зверев А.С. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 712 с.
- Campbell D. Widefield Imaging at Bayfordbury Observatory / Supervisor: Prof. Hugh R.A. J. University of Hertfordshire, 29<sup>th</sup> April 2010.
- Sebaga J., Krabbendam V.L., Claver C.F., et al. LSST IR camera for cloud monitoring and observation planning // Proc. SPIE. 2008. V. 7012, N 70123W. 0277786X/08/\$18. doi:10.1117/12.789570.
- Sebaga J., Andrew J., Klebe D., et al. LSST allsky IR camera cloud monitoring test results // Proc. SPIE. 2010. V. 7733, N 773348. doi:10.1117/856337.

<sup>1</sup>Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup>Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия