

## Определение общего балла облачности по синеве неба

С.В. Зуев, В.А. Левикин\*

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН  
634021, г. Томск, пр. Академический, 10/3

Поступила в редакцию 22.01.2013 г.

Предложен способ определения общего балла облачности по цветным панорамным изображениям всего небосвода путем анализа цветовых составляющих каждой точки изображения с использованием RGB-модели синтеза цвета. Точке исходного изображения присваивается значение «синева неба», если значение ее синей составляющей больше значения и красной и зеленой составляющих. И наоборот, значение «не синева неба» присваивается тем точкам, у которых значение синей составляющей ниже, чем значение или красной или зеленой составляющих. Общий балл облачности определяется как относительное количество точек изображения, которым присвоено значение «не синева неба».

Проведено сравнение значений общего балла облачности, полученных визуальным способом по данным метеообсерватории ИМКЭС СО РАН и с помощью программы «Синева», реализующей предлагаемый способ.

*Ключевые слова:* общий балл облачности, синева неба; total cloudiness, blue of the sky.

Известно, что радиационный баланс земной поверхности в значительной степени связан с облачностью и ее состоянием. С одной стороны, облачный покров уменьшает приток солнечной радиации, с другой — задерживает отраженную от поверхности радиацию. При этом количественные характеристики радиационного баланса в значительной мере зависят от типа и высоты облачности, а также от ее количества. Наряду со спутниковыми измерениями, позволяющими проводить макромасштабную оценку балла облачности, актуальной остается задача наземного определения количества облаков. Традиционный визуальный способ является субъективным и обычно дает завышенные на 1–2 балла значения при низком и среднем баллах облачности.

Среди инструментальных способов наибольшее распространение получили радиолокационный, лидарный и радиометрический. Радиолокационный способ в настоящее время является наиболее эффективным для получения различной метеорологической информации, связанной с облачностью, такой как высота нижней и верхней ее границ, пространственное распределение облаков, их водность, а также пространственное распределение осадков и их интенсивность [1]. Лидарный способ позволяет измерять геометрические и оптические характеристики и фазовую структуру облаков [2, 3]. ИК-радиометрическим способом можно проводить оценку форм и балла облачности на основе данных о собственном излучении облачных полей в диапазоне 8–13 мкм [4]. Достоинством таких способов

является способность вести круглосуточные измерения сразу нескольких параметров облачности с достаточно высокой точностью. К недостаткам можно отнести их высокую аппаратную стоимость и сложные алгоритмы обработки, оперирующие множеством измеряемых параметров.

Предлагаемый способ определения балла облачности основан на анализе цветных панорамных изображений всего небосвода, полученных в видимом диапазоне спектра и несущих информацию о синеве неба. Согласно [5] под синевой неба понимается интенсивность голубого цвета неба, которая может быть охарактеризована по величинам процентного содержания трех основных тонов — красного, синего и зеленого. Для определения общего балла облачности используется аддитивная RGB-модель синтеза цвета [6], согласно которой яркость каждой точки цветного изображения можно представить в следующем виде:

$$Y = aR + bG + cB,$$

где  $Y$  — яркость точки изображения;  $R$ ,  $G$ ,  $B$  — красная, зеленая и синяя составляющие точки;  $a$ ,  $b$ ,  $c$  — весовые коэффициенты.

Точке исходного изображения присваивают значение «синева неба», если значение ее синей компоненты  $cB$  больше значения и красной  $aR$  и зеленой  $bG$  компонент. И наоборот, точке изображения присваивается значение «не синева неба», если значение ее синей компоненты  $cB$  не больше, чем значение красной  $aR$  или зеленой  $bG$  компонент:

$$I_{blue} = \begin{cases} 0, & (cB \leq aR) \vee (cB \leq bG), \\ 1, & (cB > aR) \wedge (cB > bG). \end{cases}$$

\* Сергей Викторович Зуев (zuev@imces.ru); Виталий Алексеевич Левикин (vitaly@levikin.ru).

Сформированное таким образом бинарное изображение несет информацию о закрытых и незакрытых участках небосвода, при этом общий балл облачности определяется как относительное количество точек, которым присвоено значение «не синеве неба».

На рис. 1 показан интерфейс программы «Синева», реализующей предлагаемый способ определения балла облачности.

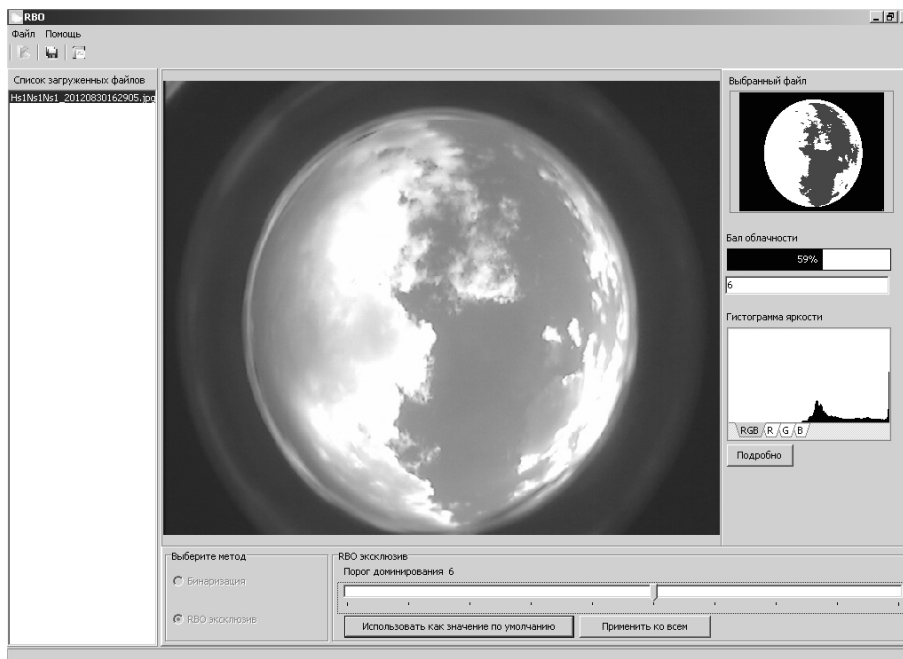


Рис. 1

Программа позволяет обрабатывать как одиночные изображения всего небосвода, так и пакеты изображений, полученные за определенный период, и сохранять данные о балле облачности, выраженные в процентах или по 10-балльной шкале, в текстовом файле или экспортировать их в формате Microsoft Excel. Отбраковка непригодных к обработке изображений проводится автоматически путем анализа гистограмм яркости, что позволяет в большинстве случаев избежать получения недостоверных данных. Также имеется возможность просмотра исходных полутоновых и результирующих бинарных изображений и регулировки порога доминирования синей составляющей цветного изображения при работе в ручном режиме.

Для получения панорамных изображений всего небосвода использовалась цветная телевизионная камера всепогодного исполнения с широкоугольной насадкой, имеющая угол обзора около 150°. Запись изображений форматом 704 × 576 пикселей проводилась круглосуточно в 00 и 30 мин каждого часа. Телевизионная камера располагалась на метеообсерватории ИМКЭС СО РАН (координаты 56,48° с.ш., 85,05° в.д., высота над у.м. +191 м, высота над уровнем земли +20 м).

На рис. 2 приведен график сравнения результатов определения общего балла облачности по

предлагаемому способу с визуальным (по данным срочных наблюдений на метеообсерватории ИМКЭС СО РАН) за период с 20 по 31 августа 2012 г.

Из общего числа результатов (всего 72 значения) совпало 46 оценок, из которых 39 приходятся на 10-балльную облачность, т.е. на те случаи, когда небосвод полностью покрыт облаками и визуальная оценка состояния облачности не представляет собой сложности. Наибольшие расхождения в оценке



Рис. 2

количества общей облачности приходится на средний и особенно на низкий балл облачности, где они достигают значений 2–3 балла, что объясняется сложностью учета вклада отдельно расположенных облаков в общий балл при визуальном способе.

Предлагаемый способ определения общего балла облачности по сравнению с другими наземными инструментальными способами имеет следующие преимущества: используется недорогая регистрирующая аппаратура, несложный процесс обработки изображений, что позволяет проводить измерения дистанционно в режиме реального времени без непосредственного присутствия наблюдателя в точках

наблюдения. В случае возникновения сомнений в корректности получаемых инструментальным способом результатов имеется возможность визуального определения балла облачности по сохраненным панорамным изображениям всего небосвода.

1. Тимофеев Ю.М., Васильев А.В. Теоретические основы атмосферной оптики. СПб.: Наука, 2003. 474 с.
2. Зуев В.В. Сибирская лидарная станция – уникальный экспериментальный комплекс для дистанционных исследований озоносферы // Оптика атмосф. и океана. 2000. Т. 13, № 1. С. 94–99.

3. Зуев В.В., Андреев М.И., Бурлаков В.Д. Лидарная система для исследования облачности в дневное и ночное время // Оптика атмосф. и океана. 1998. Т. 11, № 5. С. 477–479.
4. Аленов М.И., Иванов В.Н., Третьяков Д.Н., Третьяков Н.Д. Сканирующий полусферический радиометр // Приборы и техн. эксперим. 2009. № 5. С. 162–163.
5. Российский гидрометеорологический энциклопедический словарь / Под ред. А.И. Бедрицкого. СПб.; М.: Летний сад, 2009. Т. 3: Р–Я. 216 с.
6. Самойлов В.Ф., Хромой Б.П. Основы цветного телевидения. М.: Радио и связь, 1982. 160 с.

*S.V. Zuev, V.A. Levikin.* **Definition of total cloudiness using the intensity blue in the sky image.**

Method for the definition of total cloudiness by searching a blue of the sky on a color total sky images is described. For image analysis is used an additive RGB color model. Total cloud amount is defined as the relative number of pixels marked as "no blue of the sky".

A comparison of the proposed method for the definition of total cloudiness with traditional visual method is given.