

## **Модель диагноза облачности по спутниковым снимкам**

И. З. Денега, E-mail: denega5190@mail.ru<sup>1</sup>

И. В. Круссер<sup>1</sup>, А. И. Драбо<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил  
«Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

***Аннотация.** В данной работе представлена модель диагноза прогноза облачности на основе комплексного использования метеорологической и спутниковой информации с целью обеспечения полетов.*

***Ключевые слова:** диагноз облачности, спутниковые снимки.*

### **Введение**

Поскольку поля облачности и связанные с ними зоны осадков значительно изменяются во времени и пространстве, то своевременное получение сведений об этих изменениях представляются весьма важными при метеорологическом обеспечении полетов авиации [1-3].

### **1. Постановка задачи**

Если по длительности спутниковые измерения существенно уступают наземным, то по объёму и пространственному охвату они многократно превосходят. Облака относятся к числу наиболее изменчивых во времени и пространстве метеоявлений, и практически невозможно сведения об облаках, полученные в одном районе, распространить и считать репрезентативными в других районах. Изображения облачности в видимом и инфракрасных диапазонах спектра регулярно поступают с метеорологических спутников [3-10].

Интерес представляет выявление информационного содержания спутниковых данных по облачности и исследование предсказуемости климата.

Данные обстоятельства заставляют вести поиск новых моделей прогноза облачности, обладающих достаточной эффективностью и свободных от указанных недостатков.

Для составления модели диагноза облачности, был взят спутниковый снимок в инфракрасном диапазоне 10,5-12,5 мкм за 11.01.23 г. Представленный на рисунке 1.

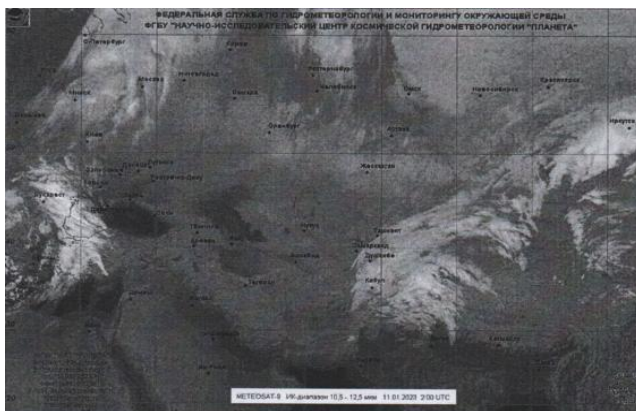


Рис. 1. Спутниковый снимок в инфракрасном диапазоне

По спутниковому снимку с помощью программы Mathcad было определено наличие или отсутствие облачности в том или ином районе.

При наведении курсора мыши на спутниковый снимок в окне панели инструментов высвечиваются значения цвета изображения (R-красный, G-зеленый, B-голубой), при котором минимальное значение всех цветов изображения равно 0, что соответствует отсутствию облачности в данном районе, максимальное значение всех цветов изображения равно 255, что соответствует 10 балльной облачности в данном районе, представлено на рисунке 2.

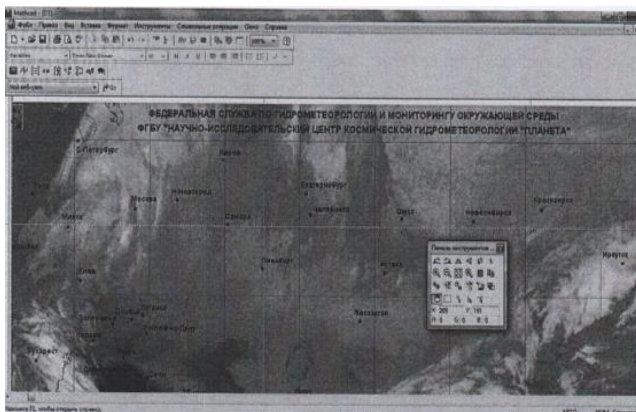


Рис. 2. Определение значений цвета изображения

Для определения цвета изображения на спутниковом снимке относительно баллов облачности, используем кольцевую карту погоды для уточнения наличия, отсутствия или количества баллов облачности.

После определения значений цвета изображения, можно выделить зоны на матрице значений цвета изображений с наличием, отсутствием или количеством баллов облачности. Данные значения были разбиты на градации и переведены в баллы облачности, представлено на рисунке 3.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	120	120	120	143	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
1	120	113	110	118	106	112	105	102	117	107						
2	120	97	118	105	110	120	108	100	100	100						
3	120	100	120	105	110	110	114	113	114	120						
4	118	118	120	118	117	85	110	100	100	100						
5	120	120	88	104	118	118	143	104	148	148	120					
6	120	120	113	124	114	118	118	120	120	120	120					
7	132	100	110	110	114	118	100	100	104	104	104					
8	112	112	100	97	100	100	100	110	110	110	110					
9	120	111	118	118	120	143	120	108	114	118	120					
10	142	112	110	114	106	120	97	120	100	118						
11	124	100	120	118	120	120	118	111	111	111	111					
12	110	111	112	108	110	110	118	120	120	120						
13	100	111	104	120	118	148	100	100	100	100						
14	110	118	106	120	113	120	112	110	120	120						

Рис. 3. Матрица значений цвета изображений

### Заключение

Таким образом, такая процедура определения наличия, отсутствия и количество баллов облачности является наиболее простой и быстрой, что важно при оперативной обработке спутниковой информации.

Полученные результаты свидетельствуют о значительных потенциальных возможностях использования спутниковых измерений для оценки количества облачности.

Эффективность разработанной процедуры оценки количества облачности позволяет предложить ее в дальнейшем в качестве инструмента для осуществления мониторинга облачного покрова и решение задач региональной климатологии.

### Список литературы

1. Говердовский В.Ф. Космическая метеорология с основами астрономии. Учебник. СПб.: 1995. – 218 с.

2. Калинин Н.А., Толмачева Н.И. Космические методы исследования в метеорологии. Пермь : ПГУ, 2005. – 348 с.
3. Руководство по использованию спутниковых данных в анализе и прогнозе погоды. Под ред. И.П.Ветлова, Н.Ф. Вельтищева. Л.: Гидрометеоиздат, 1982. 300с.
4. Герман М.А. Космические методы исследования в метеорологии. Л.:Гидрометеоиздат, 1985. 352с.
5. Zadorozhniy, V. G. Stochastic model of heat transfer in the atmospheric surface layer / V. G. Zadorozhniy, V. S. Nozhkin, M. E. Semenov, I.I. Ul'shin // Computational Mathematics and Mathematical Physics. – 2020. – vol. 60. – P. 459–471. doi.org/10.1134/S0965542520030173.
6. Zadorozhniy, V. G. A linear first-order differential equation with ordinary variational derivatives / V.G. Zadorozhniy // – Moscow: Pleiades Publishing, Ltd., April 1993. – Vol. 53. – P. 383-388.
7. Zadorozhniy, V. G. Stabilization of Linear Systems by a Multiplicative Random Noise / V. G. Zadorozhniy // Differential Equations. 2018, Vol. 54, i. 6. P. 728-747.
8. Zadorozhniy, V. G. Linear chaotic resonance in vortex motion / V. G. Zadorozhniy // Computational mathematics and mathematical physics. 2013, Vol. 53, i. 4. P. 486-502.
9. Nozhkin, V. A stochastic model of the moisture motion in the atmosphere: two-dimensional case / V. Nozhkin, M. Semenov, I. Ulshin and O. Sokolova // IEEE Xplore. International Conference on Information Technology and Nanotechnology (ITNT). – 2020. – P. 1–4. doi: 10.1109/ITNT49337.2020.9253297.
10. Nozhkin, V.S. A model of advective changes in air humidity: a stochastic approach / V.S. Nozhkin, V.G. Zadorozhniy, I.I. Ulshin and O.I. Kanishcheva // Int. J. Engineering systems modelling and simulation. – 2020. – Vol. 11. – No. 4. – P. 160–169. doi: 10.1504/IJESMS.2020.111273.