

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛН

УДК 519.713; 519.711:53, 53.072; 53:004

Исследование зависимости контраста объекта на фоне неба от условий наблюдения в УФ-диапазоне длин волн

В.В. Белов^{1,2}, Б.Д. Борисов¹, М.В. Тарасенков¹, В.Б. Шлишевский^{3*}

¹Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН
634021, г. Томск, пл. Академика Зуева, 1

²Томский государственный университет
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36

³Сибирская государственная геодезическая академия
630108, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10

Поступила в редакцию 8.12.2010 г.

Обсуждаются результаты математического моделирования натурного эксперимента по определению контраста изображения объекта на фоне неба в УФ-диапазоне длин волн. Дан анализ влияния аэрозольной составляющей атмосферы на эту характеристику качества изображения. В качестве экспериментальных данных использовались полевые измерения, выполненные в ИОА СО РАН. Математическое моделирование осуществлено методом Монте-Карло. Модель атмосферы задавалась с помощью генератора оптических моделей на основе LOWTRAN-7. Сравнение результатов математического моделирования и данных измерений показывает практически полное совпадение характера изменения нормированного контраста изображения объекта на фоне неба в зависимости от оптической длины трассы между объектом и оптической системой.

Ключевые слова: ультрафиолет, изображение, эксперимент, моделирование методом Монте-Карло; ultraviolet, image, experiment, Monte Carlo simulation.

Введение

Проблеме влияния рассеивающих и поглощающих сред на качество изображения объектов, оценке дальности их обнаружения посвящено значительное число работ, изданы монографии (например, [1, 2]), обобщающие результаты этих исследований. Общим для них является то, что в основном они выполнены для видимого или ИК-диапазонов длин волн. Определенный интерес представляет исследование процесса формирования и переноса изображений в ультрафиолетовой (УФ) области спектра. В настоящее время существуют лишь единичные работы, касающиеся этой проблемы (например, [3–6]). УФ-диапазон при длинах волн $\lambda > 0,33$ мкм практически так же перспективен для функционирования систем наблюдения, как и видимый, поскольку в ближнем УФ-диапазоне в атмосфере отсутствуют интенсивные полосы поглощения. На длинах волн 0,28–0,33 мкм поглощение атмосферных газов весьма существенно (особенно в полосе поглощения Хиггинса озона [7]), что, с одной стороны, заметно ослабляет приходящий в оптическую систему сигнал, а с другой — подавляет процесс рассеяния и умень-

шает влияние искажающих изображение факторов, связанных с этим процессом. Поэтому УФ-диапазон длин волн еще предстоит занять свою нишу в ряду практических приложений.

Работы в этом направлении ведутся в ИОА СО РАН с 2004 г., когда была проведена серия экспериментальных исследований влияния оптических условий в атмосфере на контраст изображений объекта на фоне неба. Результаты этих исследований побудили нас выполнить численные эксперименты методом Монте-Карло, имитирующие полевые измерения. В настоящей статье приведены результаты экспериментальных и теоретических исследований зависимости контраста изображений объекта на фоне неба от оптической длины трассы наблюдения при $\lambda \sim 0,36 \div 0,38$ мкм.

Дальность видимости объектов при наблюдении через атмосферу в видимой и ультрафиолетовой областях спектра существенно зависит от отражающих свойств поверхности предмета, а также от условий природного освещения, определяющих энергетическую освещенность обращенной к наблюдателю поверхности объекта, и энергетической яркости того фона, на котором эта поверхность позиционируется. По мере увеличения расстояния различие по яркости объекта и фона уменьшается за счет вуалирующего действия рассеянного атмосферным аэрозолем света. Для оценки эффективности электронных систем наблюдения в УФ-области используется хорошо известное определение контраста,

* Владимир Васильевич Белов (belov@iao.ru); Борис Дмитриевич Борисов; Михаил Викторович Тарасенков (tmv@iao.ru); Виктор Брунович Шлишевский (svb@ssga.ru).