

# ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ АЭРОЗОЛЬНОГО И МНОГОКРАТНОГО РАССЕЯНИЯ НА ПОЛЯРИЗАЦИЮ СУМЕРЕЧНОГО НЕБА.

О.С. Угольников<sup>1</sup>, О.В. Постыляков<sup>2</sup>, И.А. Маслов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт Космических Исследований РАН, 117997, Москва, Профсоюзная ул., 84/32,

<sup>2</sup>Институт Физики Атмосферы РАН, 109017, Москва, Пыжевский пер., 3

Измерения фона неба в различные периоды сумерек могут дать много информации об оптических свойствах атмосферы Земли на различных высотах, так как по мере погружения Солнца под горизонт высота земной тени и, соответственно, эффективная высота рассеяния быстро увеличиваются. В особенности это относится к поляризационным исследованиям, так как они дают дополнительную информацию для разделения фона неба на основные составляющие. Поляризационные наблюдения эффективны также для исследований свойств аэрозольных частиц на различных высотах в атмосфере.

Одна из главных проблем, возникающих при восстановлении оптических свойств атмосферы – необходимость учета многократного рассеяния солнечного излучения, вклад которого в общий фон неба может быть весьма значительным. Также как и рассеяние на аэрозольных частицах, многократное рассеяние уменьшает поляризацию фона неба, а вдали от зенита приводит к появлению обратной поляризации. По этим причинам во многих работах фон многократного рассеяния часто принимался за аэрозольное рассеяние, что приводило к существенным неточностям в оценках вклада обеих компонент и их свойств. Большое количество входных параметров модели атмосферного аэрозоля и крайняя сложность их влияния на фон рассеяния высоких порядков существенно затрудняют точное решение обратной задачи восстановления параметров атмосферы по данным измерений.

Целью настоящей работы является выделение эффектов многократного и аэрозольного рассеяния в различные периоды сумерек, построение приближенных эмпирических методов оценки вклада этих компонент в общий фон неба и выявления их поляризационных свойств. Основой работы являются поляризационные наблюдения сумеречного неба, проведенные в 1997-2003 годах в четырех диапазонах видимой части спектра с эффективными длинами волн 360, 440, 550 и 700 нм.

В результате анализа наблюдательных данных было получено, что для большинства ясных дней на длинах волн 360, 440 и 550 нм вклад однократного аэрозольного рассеяния в период сумерек является несущественным (при этом аэрозоль может оказывать значительное влияние на многократное рассеяние). Эффекты однократного аэрозольного рассеяния появляются только после восхода (или до захода) Солнца, когда прямое солнечное излучение начинает достаточно хорошо освещать тропосферу. Поляризационные свойства сумеречного неба в данной спектральной области определяются взаимодействием однократного молекулярного и многократного рассеяния и послужили основой метода их разделения. Данный метод использует тот факт, что точка максимальной поляризации однократного молекулярного рассеяния в течение сумерек движется по солнечному вертикалу, находясь все время в 90 градусах от Солнца, а точка максимальной поляризации многократного рассеяния практически неподвижна.

С помощью указанного метода было получено, что в момент восхода (захода) Солнца вклад однократного рассеяния составляет всего около 40% от общего фона неба на длине волны 360 нм, но возрастает до 60-70% на 550 нм. Результаты оказались в хорошем согласии с данными численного интегрирования уравнения переноса для различных моделей

атмосферы и объясняют наблюдаемую цветовую и поляризационную эволюцию сумеречного неба с погружением Солнца под горизонт.

Лишь на длине волны 700 нм однократное аэрозольное рассеяние становится заметным в период светлых сумерек, увеличивая интенсивность фона неба и уменьшая его поляризацию. На основе анализа дифференциальных характеристик фона вблизи зенита была оценена поляризация аэрозольного рассеяния под прямым углом (около 20%) и вклад аэрозольного рассеяния в фон неба, изменяющийся от 10% до 50% в зависимости от состояния атмосферы.