

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫСОТЫ ОБЛАЧНОСТИ
И ВЕРТИКАЛЬНОЙ ДАЛЬНОСТИ ВИДИМОСТИ
В МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЯХ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛАЗЕРА

М. М. Кугейко¹, Б. Б. Виленчиц², В. К. Попов², В. В. Мисевич²

¹Белорусский государственный университет, Минск

²НИИ прикладных физических проблем им. А. Н. Севченко, Минск

В настоящее время одним из важнейших параметров, определяющих возможность прогнозирования опасных погодных явлений при посадке самолетов в аэропортах, является высота нижней границы облаков. Принцип измерения высоты облачности, использующийся в применяемых в аэропортах автоматизированных светолокационных измерителях, включает посылку зондирующего импульса и регистрацию профиля сигнала обратного рассеяния. Однако в условиях тумана, осадков и т. п. невозможно провести данные измерения известными системами. В этих случаях определяют «вертикальную видимость». Знание «вертикальной видимости» к тому же обеспечивает дополнительное повышение безопасности посадки самолетов в аэропортах в ситуациях, когда высота облачности измерена. Из вышесказанного очевидна необходимость создания светолокационных систем, обеспечивающих одновременное измерение рассматриваемых метеорологических параметров.

Значительный прогресс в решении данной задачи появился при использовании лазеров. Короткие по длительности, мощные импульсы лазерного излучения позволяют с необходимой точностью определять профили отражаемости в направлении зондирования. Знание данных профилей дает возможность проводить коррекцию измеряемых сигналов на влияние среды распространения зондирующего импульса до облака. Это означает, что эхо-сигналы от подоблачной дымки по интенсивности будут меньше сигнала от облака, что и позволяет в устройствах автоматизированной обработки уверенно различать эти сигналы по амплитуде. Если не выполнить компенсацию на влияние среды распространения, то потеря энергии зондирующего импульса при прохождении через дымку в прямом и обратном направлениях приведет к тому, что эхо-сигналы от более плотного облака будут меньше сигнала от подоблачной дымки.

Используемые на практике алгоритмы обработки сигналов обратного рассеяния относительно профиля оптических характеристик (средних значений коэффициентов ослабления $s(r)$ или прозрачности участка среды $T(0, r) \exp\{-2s(r)dr\}$ недостаточно эффективны (достоверны) ввиду многопараметрической зависимости регистрируемых сигналов. Они тре-

буют использования априорной информации или допущений об исследуемой среде. Наиболее пригодный для условий неоднородной рассеивающей среды метод асимптотического сигнала требует, к тому же, определения значений сигналов обратного рассеяния с больших расстояний ($\tau = sr = 3$, где I - оптическая толщина участка среды протяженностью r), что не всегда осуществимо.

В докладе рассматривается методика определения вертикальной дальности видимости и высоты нижней границы облачности, основанная на использовании принципов концепции «безаприорности», заключающейся в максимальном исключении априорной информации или допущений об исследуемой среде. Методика измерения вертикальной дальности видимости включает коррекцию сигналов обратного рассеяния на квадрат расстояния, определение степени неоднородности среды, использование

перекрывающихся функционалов вида $I_1 = \int_{r_j}^{r_j + Ar} S(r) dr$ и $I_2 = \int_{r_j}^{r_j + Ar} S(r) dr$,

где $S(r) = P(r)$, в данном случае $P(r)$ - сигнал обратного рассеяния из точки r , Ar - интервал стробирования.

Алгоритм вычисления вертикальной дальности видимости $S_b = 3,9/s$ включает вычисление среднего значения коэффициента ослабления подоблачного слоя атмосферы:

$$\bar{S} = \frac{1}{2} \ln \frac{I_1}{I_2} \cdot \frac{1}{Ar}, \quad (1)$$

где I_3, I_4 - функционалы вида $I_3 = \int_{r_j - Ar}^{r_j} S(r) dr$, $I_4 = \int_{r_j}^{r_j + Ar} S(r) dr$

При установлении высоты нижней границы облачности с использованием предлагаемого алгоритма вычисления вертикальной дальности видимости проводится коррекция измеряемого сигнала на влияние среды распространения.

В докладе приводятся результаты численного математического моделирования по предлагаемой методике в различных метеорологических ситуациях, показывается повышение точности измерения рассматриваемых параметров с применением предлагаемой методики по сравнению с используемыми методами. Приводятся результаты обработки экспериментальных данных по предлагаемым алгоритмам, сравнение данных результатов с результатами, полученными дополнительными независимыми измерениями.