

# ВЗАИМОСВЯЗЬ ПАРАМЕТРОВ РАССЕИВАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ В ЛАЗЕРНО-ТОМОГРАФИЧЕСКОМ ЗОНДИРОВАНИИ

М.М. Кугейко, Д.М. Оношко

Белгосуниверситет, г. Минск

В работе [1] рассмотрена бистатистическая схема томографического зондирования, не требующая вычисления логарифмических производных регистрируемых сигналов, устойчивая к различным дестабилизирующим факторам как в приемно-излучающих, регистрирующих блоках, так и в окружающей среде, а также к вкладам многократного рассеяния. Показано, что погрешность определения оптических характеристик (коэффициентов ослабления  $\varepsilon$ ) определяется практически только погрешностью регистрируемых сигналов. Очевидна актуальность рассмотрения вопросов взаимосвязи параметров рассеивающей среды, характеризующих ее состояние (например, метеорологическая дальность видимости  $S_m=3,9/\varepsilon$ , пространственное разрешение) и параметров измерительной системы (точностные характеристики, габаритные размеры и т.п.), поскольку состояния рассеивающей окружающей среды многообразны, а размеры носителей измерительной аппаратуры ограничены.

В представляемой нами работе для рассматриваемой бистатистической схемы зондирования получено соотношение, связывающее пространственное разрешение  $L$  с погрешностью измерительной аппаратуры  $\Delta S$  и состоянием рассеивающей среды (прозрачная атмосфера, дымка, туман, облако, водная среда и т.п.), характеризваемой метеорологической дальностью видимости  $S_m$ . Считая, что абсолютная ошибка измерения сигналов обратного рассеяния  $\Delta$  не может превышать половины разности регистрируемых сигналов  $S(R_i)$  для двух положений зондирующего импульса ( $\Delta < \Delta S/2$ ), где  $\Delta = S(R_i) - S_{ист}$ ,  $S_{ист}$  – истинное значение сигнала,  $\Delta S = S(R_i) - S(R_{i+1})$ , полученное соотношение имеет вид:

$$L_{\min} > -\frac{2 \cdot \ln(1 - 2 \cdot \delta S)}{3.9} S_m. \quad (1)$$

Это неравенство является условием максимально допустимой погрешности измерений сигналов. В докладе приводятся результаты расчета минимального пространственного разрешения для различных рассеивающих сред.

Получено выражение, связывающее дальность до исследуемого объекта  $d$  с габаритными размерами измерительной системы  $\Delta_1$  и  $\Delta_2$ ,

погрешностью измерения сигналов и состоянием рассеивающей среды, где  $\Delta_1$  и  $\Delta_2$  соответственно расстояние между источниками и приемниками и между приемниками,

$$d > 0.5\Delta_1 \cdot \left( \frac{L_{\min}}{2\Delta_2} - \frac{2\Delta_2}{L_{\min}} \right). \quad (2)$$

Полученное выражение позволяет для заданного  $L_{\min}$  определить дальность до исследуемого объема среды с учетом параметров схемы зондирования (заданного расстояния между приемниками ( $\Delta_2$ ), источником и приемником ( $\Delta_1$ )), на которой возможно определение оптических характеристик исследуемого объема с заданной погрешностью измерения сигнала ( $\delta S$ ) и состоянием среды ( $S_m$ ). Проанализированы предельные случаи, проведен анализ результатов численных расчетов  $d$  по полученной формуле.

Рассмотрена также постановка следующего вопроса: какое расстояние между источником и приемником ( $\Delta_1$ ) необходимо для того, что проводить измерения оптических характеристик заданного объема ( $S_m$ ), находящегося на расстоянии  $d$ , с заданной погрешностью измерения ( $\delta S$ ) при расстоянии между приемниками ( $\Delta_2$ ). Для решения этой задачи исходили из (2). После преобразований решение относительно  $\Delta_1$  принимает следующий вид:

$$\Delta_1 \leq 4 \cdot \frac{\Delta_2 L_{\min}}{L_{\min}^2 - 4\Delta_2^2} d. \quad (3)$$

Это означает, что для проведения измерений объема среды, находящегося на расстоянии  $d$ , с заданными погрешностью ( $\delta S$ ) и расстоянием между приемниками ( $\Delta_2$ ), максимально устанавливаемая база  $\Delta_1$  между источниками и приемниками излучения, определяется по формуле (3). Необходимо отметить, что (3) справедливо только при условии  $2\Delta_2 \leq L_{\min}$ .

Результаты расчетов базы между источниками и приемниками  $\Delta_1$  при заданных параметрах схемы зондирования ( $\Delta_2$ ) и дальности до объекта зондирования, показывают, что для достижения минимального пространственного разрешения с ростом погрешности измерений ( $\delta S$ ) необходимо уменьшать  $\Delta_1$  (при  $S_m = \text{const}$ ), и с другой стороны, при постоянном уровне погрешности  $\delta S$  с ухудшением метеорологической видимости ( $S_m$ )  $\Delta_1$  надо увеличивать.

1. Кугейко М. М. Лазерно-томографический метод определения компонентного состава рассеивающих сред // Тез. докл. Междунар. конф по "Квантовой электронике". 2002. Настоящий сборник. С.147–148.