

**Особенности формирования зоны видимости
активно-импульсными системами видения при наблюдении
объектов на малых расстояниях**

Б.Ф. Кунцевич

ГНПО «Оптика, оптоэлектроника и лазерная техника», Минск,
Беларусь

E-mail: bkun@ifanbel.bas-net.by

В активно-импульсных системах видения (АИСВ) осуществляется подсветка наблюдаемой сцены сравнительно короткими лазерными импульсами. Приемный блок включается с некоторой задержкой также на короткое время. Такие системы позволяют наблюдать объекты в пределах узкой зоны видимости. До недавнего времени АИСВ использовались в основном для условий плохой видимости (туман, дымка, снегопад, дождь и др.). В последние годы АИСВ применяются также для определения расстояний до объектов и получения трехмерных (3D) изображений. Для этого разработан ряд методов: сканирование по глубине поля зрения, метод максимального сигнала, метод корреляции расстояние–интенсивность и модуляции усиления приемного блока. Из перечисленных перспективных и быстрых методов построения 3D-изображения можно отнести метод корреляции расстояние–интенсивность (КРИ). Метод КРИ экспериментально реализован для импульсов подсветки и строба (приемного блока) прямоугольной формы и для расстояний порядка сотни и более метров [1, 2].

В настоящей работе исследуются закономерности формирования зоны видимости при наблюдении на коротких расстояниях (менее сотни метров) с учетом отличия реальной формы импульсов подсветки от прямоугольной с целью изучения возможности использования метода КРИ в этих условиях.

Зависимость величины регистрируемого сигнала (энергии) E от расстояния S (пространственно-энергетический профиль (ПЭП) зоны видимости) можно записать в виде [3]

$$E(S) = k \cdot \exp(-2\sigma S) S^{-2} Q(S, k_Q),$$

где k – коэффициент, учитывающий оптическое пропускание блоков подсветки и приемного, величину коэффициента отражения объекта; σ – показатель ослабления излучения в атмосфере; Q – свертка временных профилей мощности импульса подсветки и чувствительности детектора; k_Q – указывает на зависимость от длительностей импульсов подсветки Δt_L и строба Δt_G , а также времени из взаимной задержки Δt_{del} .

На рисунке приведены рассчитанные ПЭП для «чистой» атмосферы при $\Delta t_L = 50$ нс и $\Delta t_G = 50$ нс и для реальной формы импульса подсветки (близкой к колоколообразной). Расстояния задержки $S_{del} = c\Delta t_{del}/2$ (c – скорость света) равны 15 (1), 22,5 (2), 45 (3), 52,5 (4) 67,5 (5) и 75 м (6) и на рисунках обозначены вертикальными линиями. Ранее метод КРИ был апробирован для случая, когда максимумы ПЭП совпадали с соответствующими значениями S_{del} [1, 2]. На рисунке *a* это условие не выполняется из-за преобладающего влияния на формирование ПЭП множителя $1/S^2$. Таким образом, метод КРИ можно применять, начиная с граничного расстояния задержки $S_{del}^{lim} \sim 45$ м и для больших значений S_{del} , соответствующих рисункам *б* и *в*.

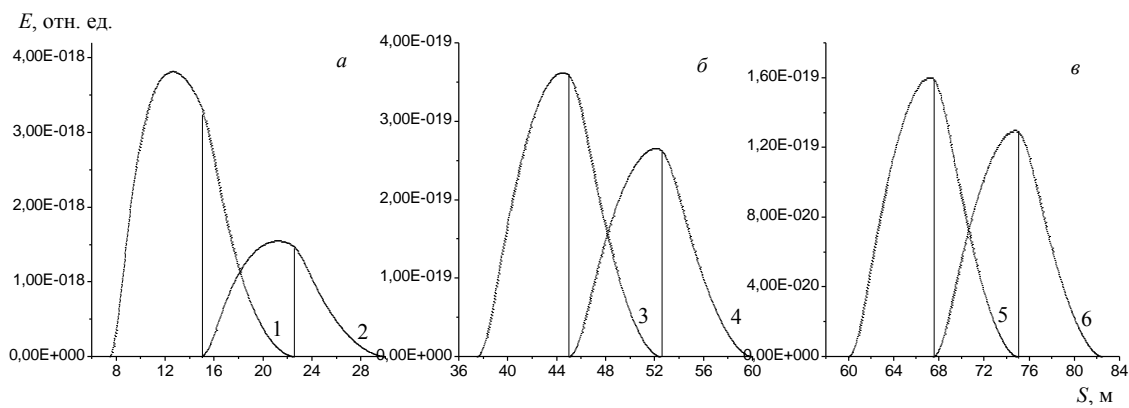


Рис. Вычисленный пространственно-энергетический профиль зоны видимости для различных расстояний задержки

Аналогичные расчеты были выполнены для $\Delta t_L = 100$ нс и $\Delta t_G = 100$ нс. В этом случае $S_{del}^{lim} = 95$ м, что объясняется увеличением по сравнению с предыдущим случаем длины зоны видимости: $\Delta S_{ЗВ} = c(\Delta t_L + \Delta t_G)$, где c – скорость света.

Таким образом, выполненные расчеты показали, что при уменьшении дистанции наблюдения можно выделить некоторое граничное расстояние задержки, меньше которого метод КРИ ранее не был апробирован. Поэтому необходимо проведение дальнейших исследований с целью изучения возможности распространения метода КРИ на область сравнительно малых расстояний до объекта.

Автор выражает признательность В.П. Кабашникову за обсуждение представленных материалов.

1. Wang X., Li Y., Zhou Y. // Appl. Opt. 2013. Vol.52, No. 30. P. 7399–7406.
2. Laurenzis M., Christnacher F., Monnin D. // Opt. Lett. 2007. Vol.32, No. 21. P. 3146– 148.
3. Кабашников В.П., Кунцевич Б.Ф. // ЖПС. 2018. Т.85, №4. С. 645–651.