УДК 621.396
Б.В. Поллер, А.В. Бритвин, Е.В. Удальцов
ИЛФ СО РАН, Новосибирск
С.И. Коняев
СГГА, Новосибирск
Ю.И. Щетинин
НГТУ, Новосибирск

О ПРИМЕНЕНИИ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫХ ЛАЗЕРНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ОБЪЕКТОВ ВНЕ ПРЯМОЙ ВИДИМОСТИ

Лазерные системы широко используются в геодезических задачах по определению расстояний, углов и перемещений объектов. Однако непременным условием функционирования геодезических лазерных систем является наличие прямой видимости между источником излучения и измеряемым объектом. Вместе с тем для топологической привязки объектов, для определения направления и расстояния до объектов без их прямой видимости может использоваться явление рассеяния лазерного излучения в атмосфере. Впервые работы по использованию лазерных маяков в атмосфере были начаты в восьмидесятые годы прошлого столетия [1]. Экспериментально , на основе рэлеевского рассеяния были созданы лазерные маяки на высотах 6-20 км и с использованием резонансного рассеяния в натриевом слое на высоте 90 км. Эти маяки применялись для исследований по адаптивной оптике. Ряд теоретических вопросов применения загоризонтных лазерных систем для определения координат наземных объектов рассмотрен в работе [2].

Вопросы построения лазерных линий с использованием рассеяния в атмосфере рассмотрены в работах [3, 4]. Остановимся на некоторых экспериментальных результатах полученных нами по характеристикам рассеянных лазерных и широкополосных ультрафиолетовых (УФ) сигналов на трассах до 2 км без прямой видимости между излучателем и фотоприемником.

Общая схема размещения излучателей и приемников представлена на рис. 1, где указаны угловые характеристики излучателей и фотоприемников. При экспериментах с лазерным излучением наблюдалось в основном молекулярное рассеяние в чистой атмосфере в так называемой солнечно-слепой зоне на длинах волн менее 0,29 мкм, где величина фоновой помехи становится минимальной за счет поглощения солнечного УФ излучения озоновым слоем в атмосфере. Величина молекулярного рассеяния обратно пропорциональна четвертой степени длины волны, а индикатрисса рассеяния определяется выражением [4]

$x(\gamma) = ¾ (1+\cos^2 \gamma)$.

В условиях эксперимента лазерный источник находился вне прямой видимости для приемника (за соседним зданием) и луч направлялся под углом 10 градусов к горизонту. В месте расположения приемника на расстоянии 1 км от источника излучения луч проходил на высоте более 100 метров.. Расходимость луча лазера составляла около 10 минут. Зависимость

выходного сигнала приемника от угла поворота (при метеорологической дальности видимости МДВ около 10 км) представлена на рис. 2., там же приведены расчетные значения сигнала в соответствии с индикатриссой молекулярного рассеяния. Из проведенных экспериментов на трассах до 2,2 км следует , что направление на источник излучения может надежно определяться при отсутствии прямой видимости между излучателем и приемником. При этом точность определения направления на источник излучения зависит от угла поля зрения и типа приемника, так при использовании координатных фотоприемников можно ожидать получение точности до нескольких угловых минут.

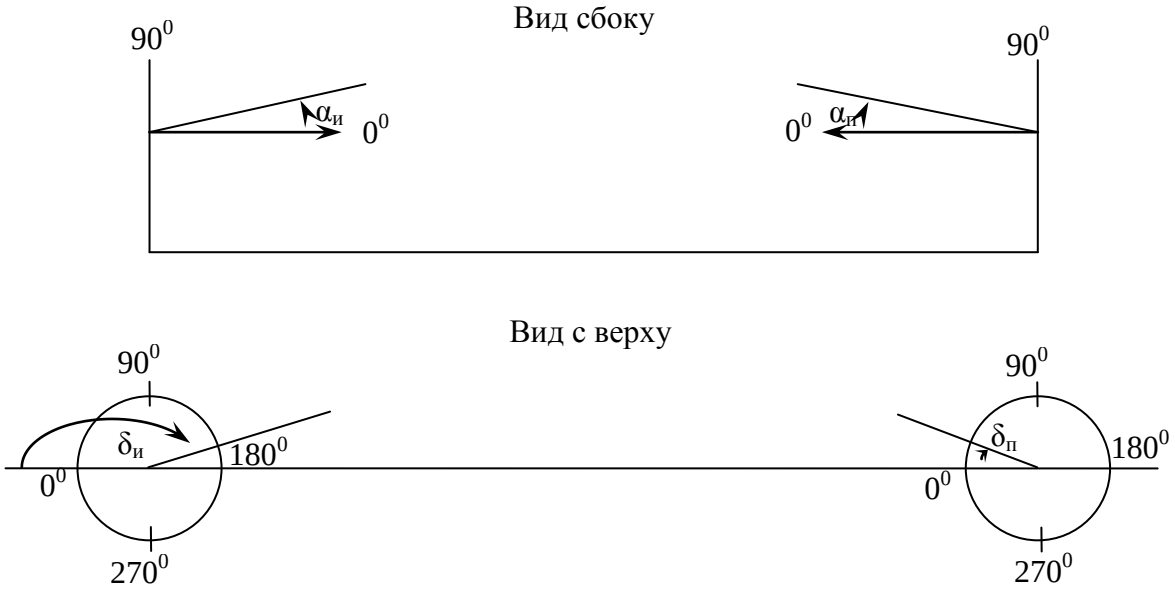


Рис. 1. Схема ориентации приемника и передатчика

Для проведения полевых испытаний были разработаны компактные и недорогие импульсные источники УФ излучения в области 0,25 -0,35 мкм с углом расходимости около 1 градуса. Результаты измерений зависимости принятого сигнала от угла поворота приемника в горизонтальной плоскости на трассе 1600 м. представлены на рис. 3. . Измерения производились в условиях слабого снегопада с МДВ около 3 км.

Из рис. 2 и 3. следует, что для УФ диапазона определяющее влияние на рассеяние составляет молекулярное рассеяние при МДВ более 3 км. При появлении аэрозольного рассеяния, можно ожидать более вытянутую индикатриссу рассеяния [5] и в свою очередь увеличения точности определения направления на источник излучения.

Представляет также интерес возможность определения расстояния от приемника до такого невидимого УФ излучателя. Первая возможность связана с синхронизацией источника УФ излучения и приемника внешним высокостабильным импульсным генератором, что соответственно позволит определить время распространения и соответственно расстояние до излучателя. Однако для высокой точности определения расстояния необходимо иметь достаточно короткие лазерные импульсы. Необходимо

также учитывать траекторию распространения лазерного излучения и

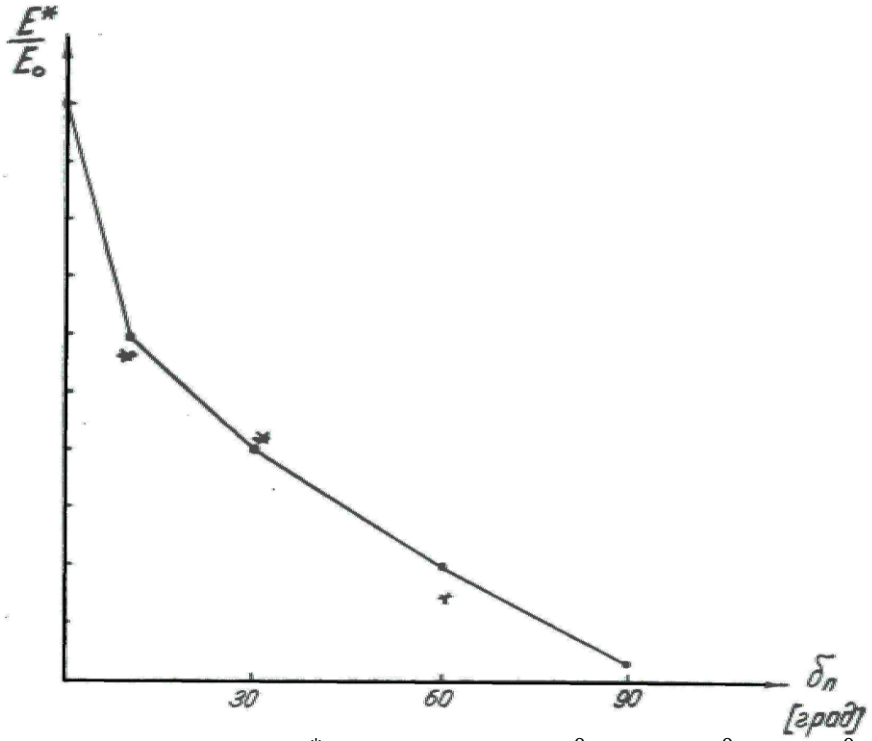


Рис.2 Зависимость E^* от $\delta_п$ при $\alpha_и = 4^0$, $\delta_и = 180^0$, $\alpha_п = 0^0$:

• - эксперимент, * - расчет

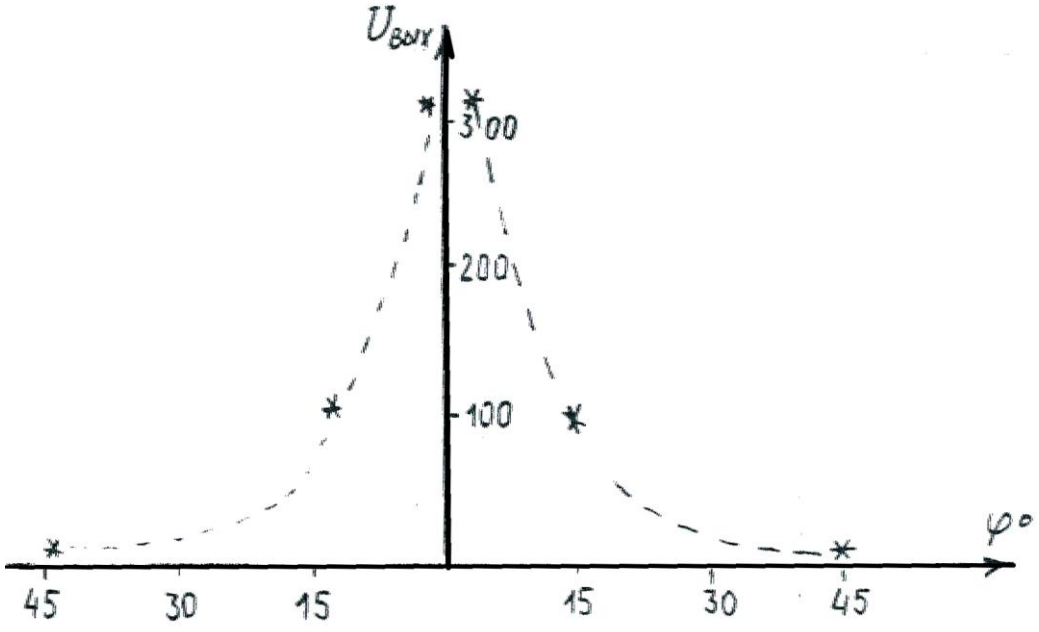


Рис. 3 Зависимость $U_{вых}$ от угла поворота ФЭУ в горизонтальной плоскости (МДВ>10км) мелкий снег L =1600м

кратность рассеяния принятых фотонов.

Дополнительную информацию о расстоянии до объекта, где установлен УФ излучатель, можно получить также за счет анализа геометрических

характеристик контролируемой зоны рассеяния и величины принятого сигнала. В частности ясно, что при удалении от объекта будет соответственно увеличиваться эта зона за счет расходимости лазерного пучка, при этом необходимо учитывать угол наклона луча излучателя и поля зрения приемника.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бакут П.А., Камчатов В.Б., Маркина О.М. и др. Искусственные маяки в адаптивных оптических системах. Заруб. радиоэлектроника , 4, 1995.
2. Павлов В.Г., Проскурин Н.Г.,Сидоров Ю.В.,Толстых Н.Н. Оценка возможности применения лазерных загоризонтных систем для определения координат наземных объектов. Труды 7 Международной научно-технической конференции «Радиолокация, навигация и связь», Воронеж, ВГУ, 2001, том 2, с.1246 – 1252.
3. Багаев С.Н., Беляков В.Г., Поллер Б.В. Методы построения лазерных сетей связи в атмосфере с аэрозолями. Труды научно-технической конференции «Радио и волоконно-оптическая связь, локация и навигация», Воронеж, ВГУ, 1997, том 3, с.1126 – 1237.
4. Поллер Б.В., Федоров Б.В., Щетинин Ю.И. Об эффективности передачи сообщений в атмосферных оптических каналах связи с рассеянием. Труды международной НТК «Радиолокация, навигация, связь» Изд-во НПФ «Саквоее» Воронеж, 2003 г. Т.1. с.403 – 406.
5. Зуев В.Е., Кауль Б.В., Самохвалов И.В. и др. Лазерное зондирование индустриальных аэрозолей. Наука, Новосибирск, 1986 .

© Б.В. Поллер, А.В. Бритвин, С.И. Коняев, Ю.И.Щетинин, Е.В. Удальцов, 2005