

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 621.375.826:551.578.4

Н.А. Вострецов, А.Ф. Жуков

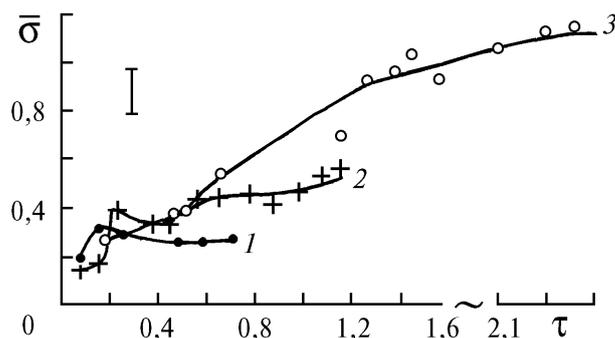
О НАСЫЩЕНИИ ФЛУКТУАЦИЙ ЛАЗЕРНОГО СИГНАЛА В СНЕГОПАДЕ ПРИ НЕТОЧЕЧНОМ ПРИЕМНИКЕ

Экспериментально исследована зависимость уровня флуктуаций лазерного сигнала в снегопаде от диаметра приемника, оптической толщи осадков, максимального размера частиц снега. С ростом максимального размера частиц ( $D_M$ ) при диаметре приемника, равном 3,1 мм, уровень насыщения ( $\sigma_H$ ) и оптическая толщина ( $\tau_H$ ), при которой происходит насыщение, увеличиваются. Причем  $\tau_H$  уменьшается с ростом диаметра приемника при близких значениях размеров частиц.

Насыщение флуктуаций лазерного сигнала в снегопаде исследовалось нами для точечного приемника в [1,2], когда диаметр приемника  $D$  был равен 0,1 или 0,3 мм. Естественно возникает вопрос о том, что же происходит с сигналом при увеличении диаметра приемника.

Мы провели измерения уровня флуктуаций лазерного сигнала на трассе (2×130) м при трех диаметрах приемника  $D = 0,1; 0,8$  и 3,1 мм зимой 1993–1994 гг. в узком расходящемся пучке от гелий-неонового лазера ЛГН-215 ( $\lambda = 0,63$  мкм, полный угол расходимости  $5 \times 10^{-4}$  рад). Методика измерений и аппаратура описаны в [1]. Измерения проведены во время 21 снегопада при различных значениях оптической толщи  $\tau$  и максимального размера частиц снега  $D_M$ .

На рисунке показано изменение средних значений уровня флуктуаций  $\bar{\sigma}$  с ростом оптической толщи для диаметра приемника 3,1 мм при трех значениях максимальных размеров частиц. Средние значения  $\bar{\sigma}$  получены путем усреднения измеренных значений  $\sigma$  по  $\tau$  с шагом, равным 0,1. На рисунке вертикальным отрезком показано максимальное среднеквадратическое отклонение для  $\sigma$ , которое характеризует их разброс. Из рисунка хорошо видно, что  $\sigma$  при фиксированных значениях длины трассы и размера приемника зависит от двух независимых параметров  $\tau$  и  $D_M$ .



Зависимость усредненных значений уровня флуктуаций  $\bar{\sigma}$  от оптической толщи  $\tau$  при  $D = 3,1$  мм: кривая 1 –  $D_M = 1$  мм; 2 –  $D_M = 1 - 3$  мм; 3 –  $D_M = 5 - 10$  мм

Причем при близких значениях  $D_M$  с ростом оптической толщи  $\tau$  уровень флуктуаций  $\bar{\sigma}$  вначале растет, а затем стремится к насыщению на некотором уровне  $\sigma_H$ , который увеличивается с ростом максимального размера частиц снега. Важно также отметить и то, что с ростом

максимального размера частиц величина оптической толщи  $\tau_H$ , при которой происходит насыщение, увеличивается.

При диаметрах приемника 0,1 и 0,8 мм оптическая толщина на трассе 260 м не превышала единицы, что не позволило нам уверенно установить значения  $\sigma_H$  и  $\tau_H$  в этих случаях. В связи с этим данные о  $\sigma_H$  и  $\tau_H$  для  $D = 0,1$  мм мы взяли из работ [1, 2] при  $L > 260$  м. Что же касается  $D = 0,8$  мм, то значения  $\sigma_H$  и  $\tau_H$  для этого приемника следует воспринимать как оценочные.

В таблице приведены значения  $\sigma_H$  и  $\tau_H$ , полученные из графиков для трех  $D$  и различных  $D_M$ . Данные из таблицы для  $D = 0,1$  и 0,8 мм качественно согласуются с выводами для  $D = 3,1$  мм. Более того, между цифрами в таблице имеются интересные соотношения как для  $\sigma_H$ , так и для  $\tau_H$ .

$D_M$ , мм	$D = 3,1$ мм		$D = 0,1$ мм [2]		$D = 0,8$ мм	
	$\sigma_H$	$\tau_H$	$\sigma_H$	$\tau_H$	$\sigma_H$	$\tau_H$
1	0,28	0,25	–	–	0,4	0,4
1 ÷ 3	0,45	0,65	0,75	2,0	0,6	0,7
3 ÷ 5	0,55	0,72	0,90	2,2	–	–
5 ÷ 10	1,00	1,40	–	–	–	–

Отношение  $\sigma_H (D = 0,1 \text{ мм}) / \sigma_H (D = 3,1 \text{ мм})$  при  $D_M = 1 \div 3$  мм равно 1,66 и оно близко к такому отношению при  $D = 3 \div 5$  мм. Вместе с этим отношение  $\tau_H (D = 0,1 \text{ мм}) / \tau_H (3,1 \text{ мм})$  в двух вышеуказанных диапазонах изменения  $D_M$  фактически одинаково и близко к трем.

Физический смысл таких трех совпадений пока не совсем ясен. Уменьшение  $\sigma$  с ростом  $D$  вполне объяснимо. В целом же для выяснения многих деталей в поведении функции  $\sigma = F(D, D_M, \tau)$  требуются измерения для  $D$  и  $\tau$  в более широком диапазоне их изменений.

1. Жуков А.Ф., Кабанов М.В., Цвык Р.Ш., Вострецов Н.А., Кривопапов Н.П. // Оптика атмосферы. 1991. Т. 4. N 4. С. 347–351.
2. Жуков А.Ф. // Оптика атмосферы и океана. 1993. Т. 6. N 1. С. 33–36.

Институт оптики атмосферы СО РАН,  
Томск

Поступила в редакцию  
29 июля 1994 г.

**N. A. Vostretsov, A. F. Zhukov. On Saturation of Laser Signal Fluctuations in Snowfall at Using Receiver of Non-point Diameter.**

Dependence of laser signal fluctuations in snowfall on diameter of a receiver, optical thickness of precipitations, and maximum size of particles ( $D_m$ ) in snowfall is studied experimentally. At diameter of the receiver of 3,1 mm the saturation  $\sigma_s$  and optical thickness  $\tau_s$  (at which the saturation occurs) increase at increasing  $D_m$ . Thereat  $\tau_s$  decreases with increase of diameter of the receiver at close values of  $D_m$ .