

Российский форум  
Микроэлектроника  
10 лет

Технологии оптоэлектроники и фотоники

Высокоскоростное устройство измерения  
дальности

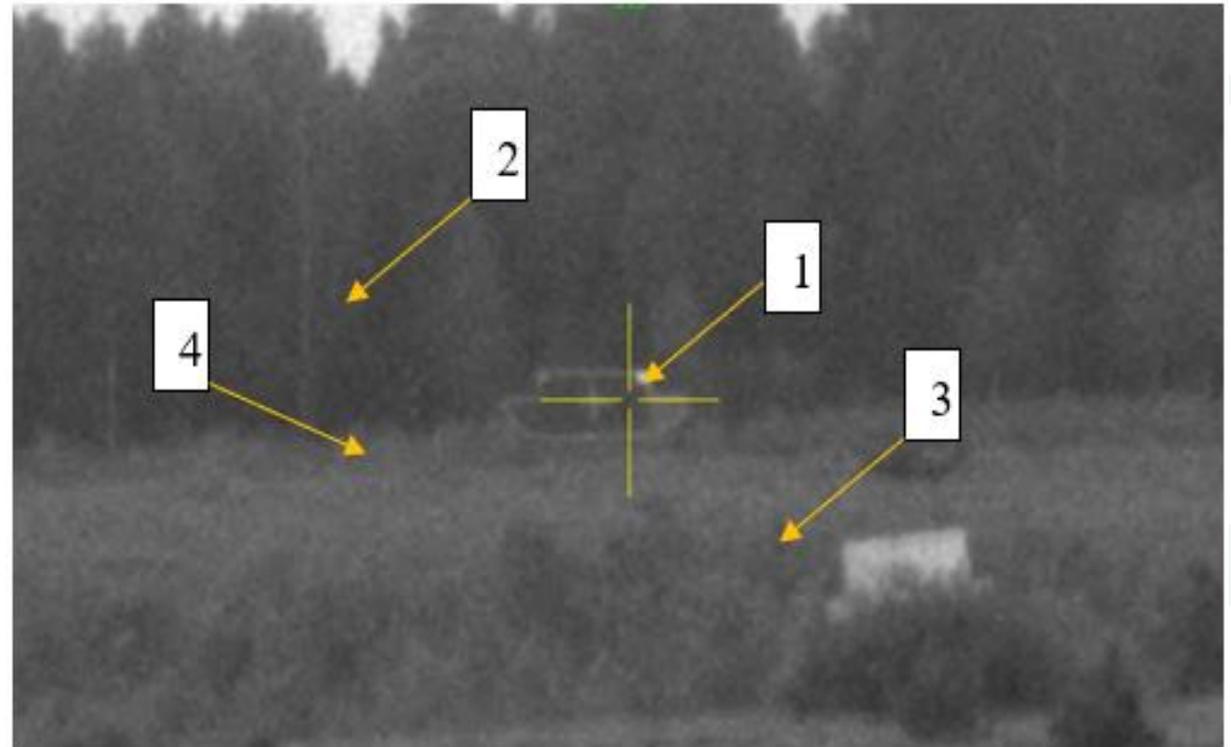
Беляев К.С., Гук А.С., Тышкунов Н.В.

ПАО «Красногорский завод им С.А. Зверева»

Одной из важнейших задач оптико-электронных устройств авиационной техники является задача точного определения дальности до объекта.

Основные причины неверных замеров:

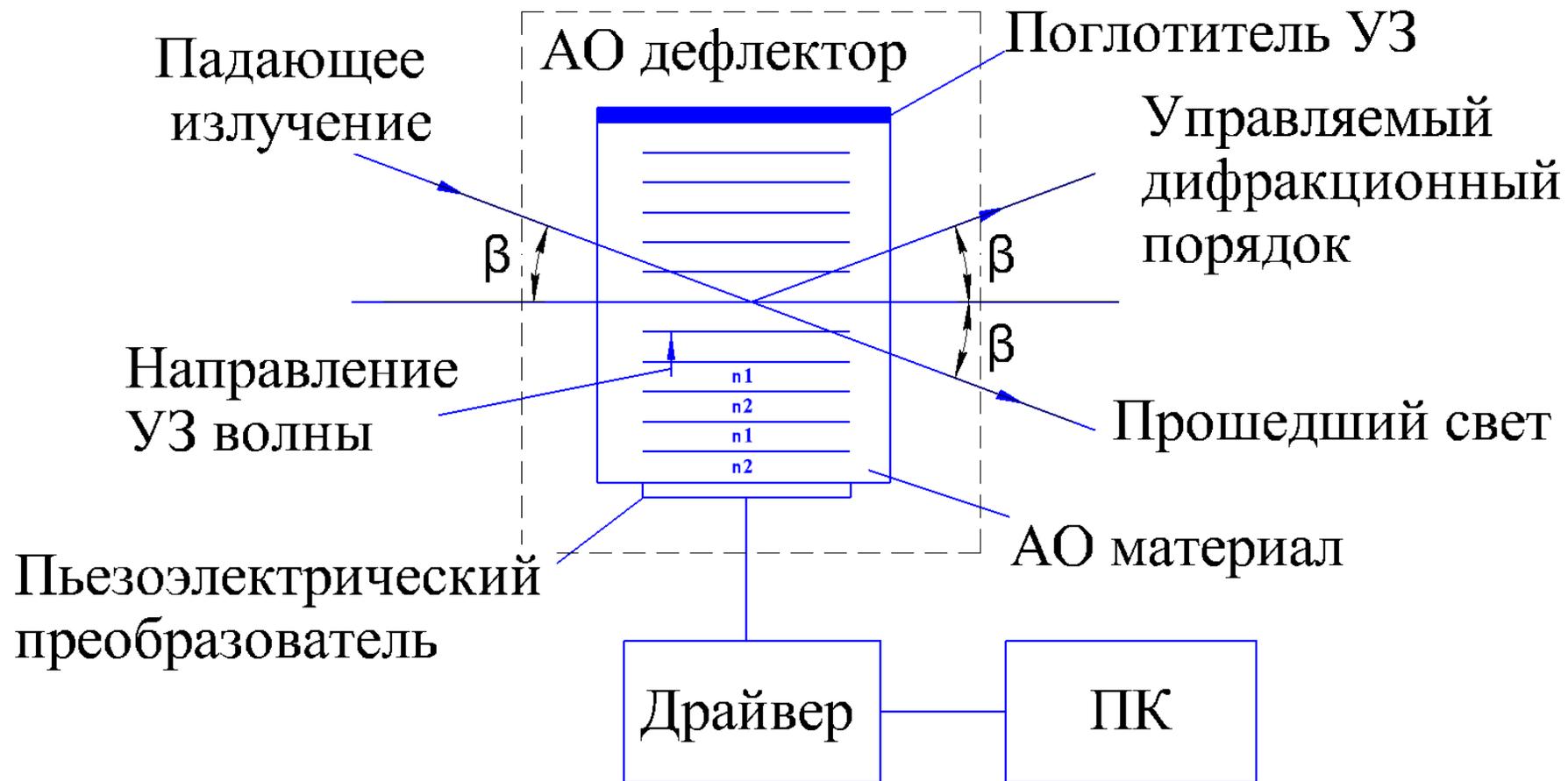
- Сложная фоно-целевая обстановка (кусты, трава, деревья, аэрозольные облака);
- Разъюстировка прибора;
- Температурная зависимость конструкции изделия.

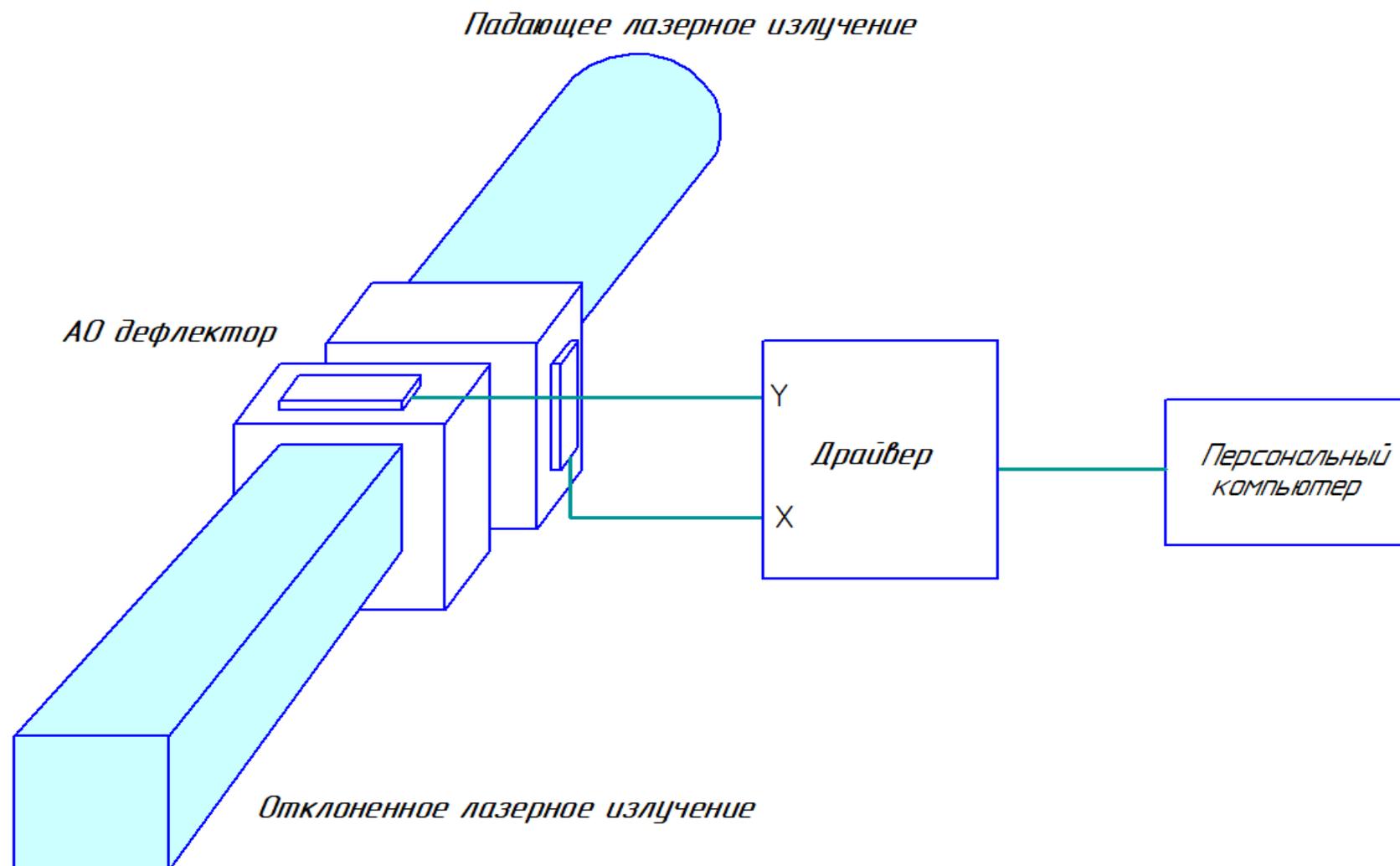


Цель (1) находится на дистанции 5000 метров, за целью (1) находится лес на расстоянии 5300 метров, перед целью находится на дальности 4200 метров молодые деревья и кусты (3), непосредственно перед целью на расстоянии 4900-4950 метров высокая трава. Сама цель находится на пригорке, который начинается от молодых деревьев (3).

## Одной из важнейших задач оптико-электронных устройств авиационной техники

Технические характеристики	НТЕВ.461321.009-1 (2) ООО «Квантовая оптика»	ASELFLIR 300T Турция	ARGOS II HDT Германия	ЛЦД-50 АО НИИ"Полюс"	ЛЦД-100 АО НИИ"Полюс"
1. Рабочая длина волны, мкм	1,064	1,064	1,064/1,54	1,06	1,06
2. Мах дальность, м	При МДВ 20 км – 10000 м (20000 м)	20 000 м	250-20000 м на 1,54 мкм		При МДВ 20 км – 20 000
3. Энергия лазерного излучения, Дж	0,05 Дж При частоте до 30 Гц Расходимость 0,2 мрад Диаметр передающего объектива 20 мм, приемного 30 мм (50 мм)	0,08 Дж При расходимости 0,35 мрад	>0,04 Дж При расходимости 0,4 мрад При частоте 8-20 Гц	>0,05 Дж При расходимости 0,4 мрад При частоте 0-20 Гц	>0,1 Дж При расходимости 0,2 мрад
4. Питание, В	24 В			24±3 В	24±3 В
5. Масса, кг	0,8 (1.3)			1	2
6. Тип накачки	Диодная			Диодная	Диодная





## Особенности при работе с акустооптическими системами

### Положительные особенности:

- Высокое быстродействие на уровне мкс;
- Время переброса из одной точки поля в любую другую занимает фиксированное время;
- Возможность управления расходимостью лазерного луча;
- Надежность конструкции, отсутствие подвижных элементов;
- Возможность управлять перемещением с точностью единиц угловых секунд

### Отрицательные особенности:

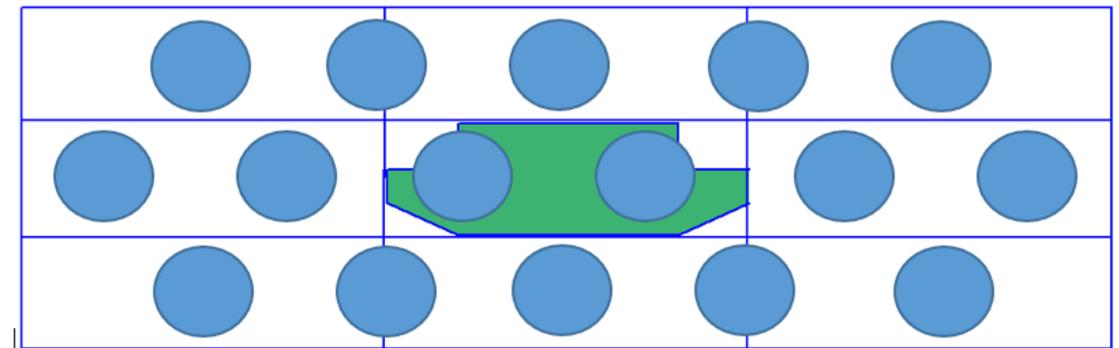
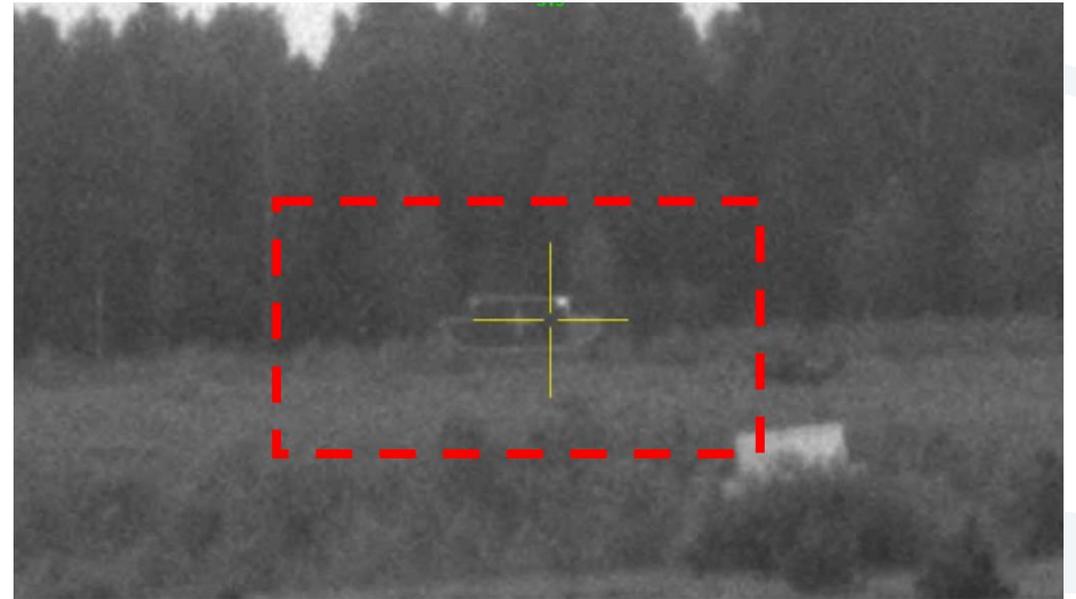
- Как правило угол сканирования не более  $3^\circ \times 3^\circ$ ;
- Линейно поляризация лазерного излучения;
- Потери в управляющем порядке 20% при использовании двухкоординатного дефлектора всего угла сканирования.

При размерах цели 8x2,5 м, расстоянии 5 км и при расходимости лазера 0,4 мрад количество измеряемых положений на объект составит 12 измерений при условии плотного заполнения, без пропусков лазерного излучения.

В случае сканирования объекта зоной, как показано на картинке – 108 измерений.

В случае сканирования объекта с запасом в 2 измеряемых положения – 40 измерений.

В случае сканирования с пропусками, можно реализовать любой алгоритм и понизить требования до 16 измерений



$$P_{\text{ВХ}}(L) := \frac{1}{4} \cdot \left( \frac{W_{\text{И}}}{t_{\text{И}}} \right) \cdot T \cdot D^2 \cdot e^{(-2K\lambda \cdot L \cdot 10^{-3})} \cdot \rho_{\text{Ц}} \cdot S_{\text{Ц}} \cdot \Delta \cdot \left[ \frac{1}{\left( \frac{\pi \cdot L^4 \cdot \theta^2}{4} \right)} \right]$$

Где  $P_{\text{ВХ}}$  – уровень сигнала на фотоприемнике

$W_{\text{И}}$ - энергия в импульсе

$t_{\text{И}}$ - длительность импульса

$T$ - суммарные потери на оптической системе, потери на акустооптическом дефлекторе можно считать не более 10% в угле 20'

$D$ - диаметр входного канала дальномера

$K\lambda$ - показатель ослабления в атмосфере

$\rho_{\text{Ц}}$  – диффузный коэффициент отражения цели

$S_{\text{Ц}}$ - площадь цели

$\Delta$ - уровень энергетической расходимости

$\Theta$  – угол расходимости лазерного излучения, рад

Для  $P_{вх} = 6 \times 10^{-8}$  Вт,  
 $\rho_{ц} = 0.08$ ,  
 $S_{ц} = 8.64 \text{ м}^2$ ,  
 $\Delta = 0.86$ ,  
 $\Theta = 0,2$  мрад.

Длина волны, мкм	Энергия импульсе, мДж	в	МДВ	Дальность, м
1.06	1	1	20	7684
			10	5986
	2	1	20	8770
			10	6718
	5	1	20	10500
			10	7709
	10	1	20	11845
			10	8578
1.54	1	1	20	8528
			10	6935
	2	1	20	9840
			10	7855
	5	1	20	11920
			10	9155
	10	1	20	13770
			10	

## Выводы

- Для задач авиационной техники, для сканирования цели на расстояниях 8000-1000 м необходимы источники лазерного излучения с энергией в импульсе не менее 5-10 мДж.
- Частота источника лазерного излучения может быть:
  - 20 Гц при сканировании только объекта;
  - 40-50 Гц при сканировании объекта с условием возможного температурного дрейфа конструкции;
  - 10 кГц и более при сканировании 3x3 градуса. В данной конфигурации потребуются дополнительные доработки приемного канала;
  - 10-20 Гц при сканировании объекта с перекрытием в размер объекта и выборочным сканированием.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!