

УДК 621.397: 621.384.3

Ю.Р. Кирпиченко

Оценка возможностей регистрации изображений активно-импульсной телевизионной системой в сложных условиях наблюдения

Рассмотрено влияние основных параметров активно-импульсной телевизионной системы на возможность регистрации изображений в сложных условиях наблюдения.

Ключевые слова: плотность тумана, поле зрения, облученность, контраст, активно-импульсная телевизионная система.

Используя методику, изложенную в [1], проведем некоторые расчеты, относящиеся к теме данной статьи. Результаты этих расчетов приведены ниже.

Полагаем, что приемная часть активно-импульсной телевизионной системы (АИ ТВС) построена по схеме: входной объектив, ЭОП с МКП, согласующая оптика (объектив), ПЗС камера.

Используемые при расчете основные параметры АИ ТВС приведены в таблице.

Основные параметры АИ ТВС

№ п/п	Параметр	Обозначение	Значение
1	Коэффициент ослабления излучения объективом	τ_o	0,75
2	Коэффициент ослабления излучения фильтром	τ_ϕ	1
3	Коэффициент пропускания излучения оптической системой передатчика	τ_π	1
4	Угол между направлением луча и нормалью к облучаемой поверхности	β	0
5	Коэффициент диффузного отражения поверхности объекта	ρ	1
6	Относительное отверстие объектива	Θ	1:1,2
7	Квантовый выход фотокатода на длине волны $\lambda = 850$ нм	$\eta_{\text{фк}}$	0,3
8	Коэффициент шума ЭОП	$F_{\text{ш}}$	4
9	Коэффициент пропускания согласующей оптики	$K_{\text{ос}}$	0,045
10	Количество шумовых электронов на элемент ПЗС	$Q_{\text{ш}}$	100
11	Отношение сигнал/шум на выходе ПЗС	Ψ_π	3

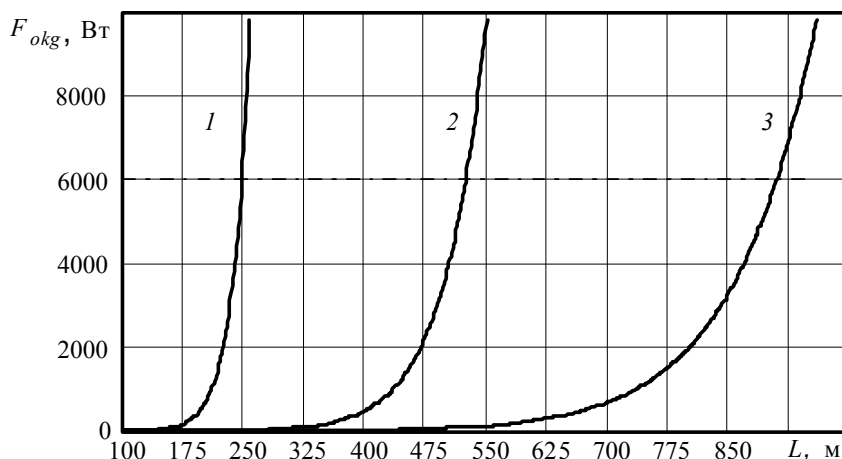
На рис. 1 приведены расчетные зависимости требуемой импульсной мощности излучения источника подсвета от дальности наблюдения АИ ТВС для случаев наблюдения: 1 – в условиях густого тумана (метеорологическая дальность видимости – 200 м, $\alpha = 0,0196$); 2 – обычного тумана (метеорологическая дальность видимости – 500 м, $\alpha = 0,0078$); 3 – легкого тумана (метеорологическая дальность видимости – 1000 м, $\alpha = 0,0039$), где α – коэффициент ослабления излучения атмосферы. Число импульсов подсвета за кадр принималось равным 200, длительность импульса – 200 нс, коэффициент усиления ЭОПа – 20000, число суммируемых элементов ПЗС матрицы 4×4 (биннинг), угол зрения оптической системы приемной части – 5°. Предполагалось, что углы зрения оптических систем передающей и приемной частей одинаковы.

Из рис. 1 видно, что с увеличением плотности тумана скорость изменения необходимой мощности излучения источника подсвета для обнаружения объекта наблюдения увеличивается с ростом расстояния до него. При наблюдении в условиях густого тумана (кривая 1) увеличения мощности излучения источника подсвета выше определенного предела трудно осуществить практически. Так, например, чтобы увеличить дальность действия АИ ТВС с 200 до 250 м мощность источника подсвета необходимо увеличить примерно в 10 раз, а с 250 до 260 м – в 4×10^4 раз.

С уменьшением плотности тумана эффективность повышения дальности действия за счет увеличения мощности источника излучения повышается. Однако, как показывают расчеты, обеспечить

дальность действия системы, примерно в 3–5 раз превышающую метеорологическую дальность видимости, практически невозможно.

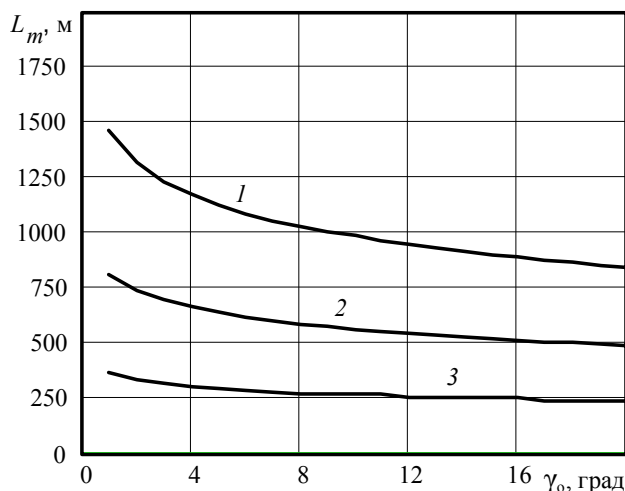
Рис. 1. Зависимость необходимой мощности излучения источника подсвета от расстояния до объекта наблюдения



На рис. 2 приведены зависимости дальности действия системы от угла зрения для случаев наблюдения при разных плотностях тумана. Расчетные кривые получены при импульсной мощности излучения источника подсвета, равной 50 кВт.

Рис. 2. Зависимость дальности обнаружения объекта от угла зрения оптической системы приемника излучения:

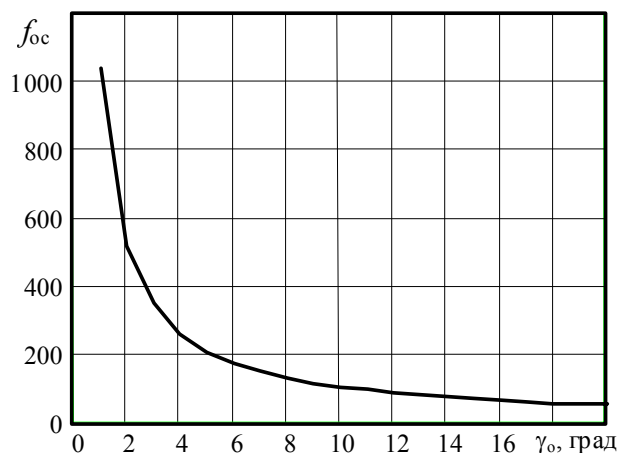
1 – $\alpha = 0,0039$; 2 – $\alpha = 0,0078$; 3 – $\alpha = 0,0196$



Из рис. 2 видно, что эффективность увеличения дальности действия системы повышается с уменьшением угла зрения. Причем, как показывают расчеты, увеличивать дальность действия путем уменьшения угла зрения эффективнее, чем путем увеличения мощности источника подсвета. Так, например, если при увеличении мощности излучения источника подсвета с 6,7 до 272 кВт удается увеличить дальность действия с 250 до 260 м (густой туман $\alpha = 0,0196$), то при изменении угла зрения от 5 до 1° и неизменной мощности источника подсвета 6,7 кВт дальность действия увеличивается с 250 до 320 м.

Уменьшение угла зрения влечет за собой увеличение фокусного расстояния объектива, а значит, его размеров и массы. На рис. 3 показана зависимость фокусного расстояния от угла зрения оптической системы.

Рис. 3. Связь фокусного расстояния и угла зрения оптической системы приемника излучения



Из рис. 3 видно, что изменение угла зрения от 5 до 1° приводит к увеличению фокусного расстояния примерно в 5 раз (с 200 до 1000 мм). Увеличение размера и массы оптической системы не единственная проблема. Другой проблемой является светосила объектива. Как правило, она меньше у объективов с большим фокусным расстоянием.

Условия обеспечения максимальной дальности действия АИ ТВС ограничивают область пространства наблюдения.

Оценим эффективность расширения области пространства наблюдения путем увеличения глубины зоны подсвета.

Расчеты показывают (рис. 4), что при глубине зоны подсвета, равной 600 м, распределение облученности изображения объекта наблюдения по глубине (рис. 4, а) несимметрично относительно середины зоны.

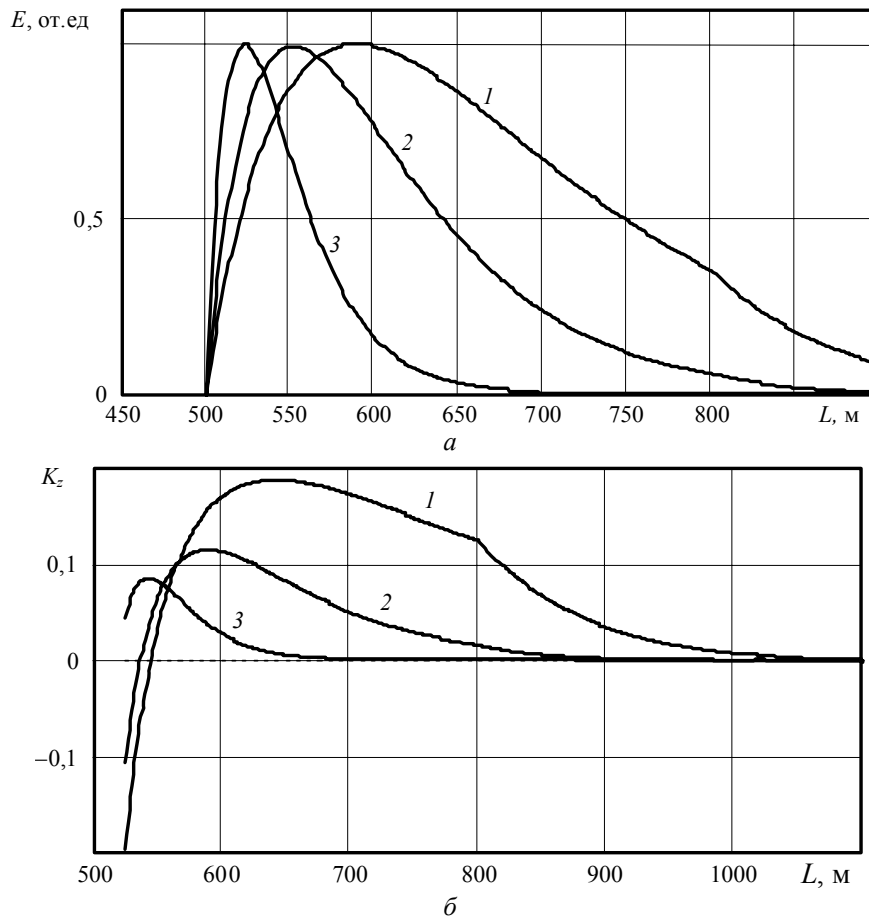
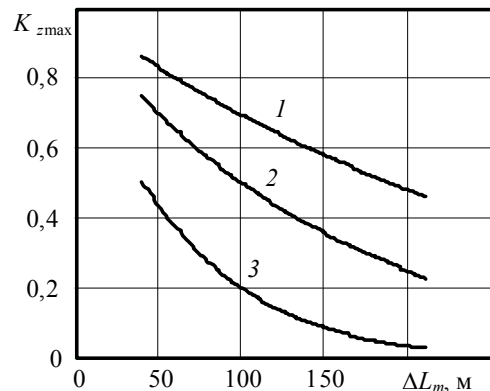


Рис. 4. Зависимость облученности (а) и контраста изображения (б) объекта наблюдения от его местоположения в зоне подсвета: $L_m = 800$ м; $\Delta L_m = 600$ м; 1 – $\alpha = 0,0039$; 2 – $\alpha = 0,0078$; 3 – $\alpha = 0,0196$

Наиболее яркими объектами на экране монитора будут те, которые расположены в начале зоны стробирования. То же можно сказать и о контрасте изображения (рис. 4, б). Как видно из рис. 4, с увеличением плотности тумана максимальные значения облученности и контраста смещаются к началу зоны подсвета. Из этого следует, что при наличии тумана и достаточно большой глубине подсвета мы увидим лишь те объекты, которые окажутся вначале зоны подсвета. Практически исключается и возможность оценки расстояния до объекта наблюдения.



Можно отметить и значительное снижение контраста изображения. Так, например, из рис. 4, б видно, что наблюдение объекта в «густом» тумане (кривая 3, рис. 4, б) приводит к снижению контраста изображения более чем в 10 раз. Причем, как показывают расчеты, падает контраст с увеличением глубины зоны подсвета тем быстрее, чем плотнее туман (рис. 5).

Рис. 5. Зависимость максимального значения контраста в зоне стробирования от ее глубины:
1 – $\alpha = 0,0039$; 2 – $\alpha = 0,0078$; 3 – $\alpha = 0,0196$

Очевидно, что АИ ТВС можно эффективно использовать в сложных условиях видимости лишь в режиме идентификации объекта наблюдения. В режиме поиска необходимо обеспечить широкий угол зрения телевизионной системы (ТВС).

Задачи обнаружения и идентификации могут быть решены с использованием оптической системы с переменным фокусным расстоянием или двух систем – пассивную широкоугольную ТВС и АИ ТВС.

И в том и в другом случае наблюдение в широком угле поля зрения можно обеспечить только с помощью пассивной ТВС. Можно предположить, что дальность действия широкоугольной ТВС при низких уровнях освещенности даже в случае отсутствия тумана будет значительно меньше той, которую может обеспечить АИ ТВС.

Однако если АИ ТВС позволяет распознать объект наблюдения на заданном расстоянии, то широкоугольная ТВС должна по крайней мере обеспечить обнаружение этого объекта на данном расстоянии.

Литература

1. Кирпиченко Ю.Р. Оценка дальности действия активно-импульсной телевизионной системы наблюдения в условиях плохой видимости / Ю.Р. Кирпиченко, П.А. Дегтярев. – Вестник СО АН ВШ. – 2002. – №1 (8). – С. 28–35.

Кирпиченко Юрий Романович

Канд. техн. наук, доцент каф. телевидения и управления ТУСУРа

Тел.: (382-2) 42-33-87

Эл. почта: kirp@tu.tusur.ru

Kirpichenko Y.R.

Evaluation of capabilities to register images made by gated viewing laser camera system in severe observation conditions

In the article there is information about influence of basic gated viewing laser camera system parameters on the capability to register images made by gated viewing laser camera system in severe observation conditions.

Keywords: mist density, field of view, illumination, contrast, gated viewing laser camera systems.
