

АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНИКА, ЗВ'ЯЗОК

УДК 656.216.2:621.397.7

*Бойник А.Б., д.т.н. (ХарГАЖТ)
Германенко О.А. - инженер Дон.ж.д.*

**ВЛИЯНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ И ЗАГРЯЗНЕННОСТИ
АТМОСФЕРНОЙ СРЕДЫ ЗОНЫ ПЕРЕЕЗДА НА НАДЕЖНОСТЬ
ОБНАРУЖЕНИЯ В НЕЙ ПОСТОРОННИХ ОБЪЕКТОВ**

Постановка проблемы. Основным условием надежного и безопасного функционирования переездов является соблюдение очередности проследования транспортными средствами его опасной зоны. На магистральных железных дорогах Украины, исходя из различий в скорости перемещения подвижных единиц железно- и автодорожного транспорта, а также длин тормозных участков, преимущественным правом проследования переездов обладает железнодорожный транспорт (на промышленных предприятиях это условие не сохраняется из-за невысоких скоростей движения и особенностей технологического процесса основного производства).

Однако за последние годы проблема в местах пересечения железных дорог и автомагистралей еще более обострилась по причине не соблюдения данного условия. Это связано с увеличением количества транспортных средств и снижения дисциплины их водителей.

Поэтому разработка устройств автоматического контроля состояния опасной зоны переезда является одной из основных задач дальнейшего совершенствования систем переездной сигнализации.

Анализ последних исследований и публикаций. Исследования и разработка устройств автоматического контроля состояния опасной зоны переездов ведется в разных странах мира длительное время. Наибольшую сложность при этом представляет выбор типа чувствительного элемента

напольного датчика, в которых предполагалось использование фотоэлектрических, лазерных, ультразвуковых, электрооптических, радиолокационных и других [1]. Однако анализ разработанных устройств на основе вышеуказанных датчиков свидетельствует, что они имеют недостатки, затрудняющие или не позволяющие их использование на переездах в настоящее время.

В то же время, в некоторых наиболее технически развитых странах, в частности в США, Японии и Германии, в последние годы, уже ведутся интенсивные работы по использованию устройств промышленного телевидения для получения достоверной информации о состоянии опасной зоны железнодорожных переездов [2,3]. В зарубежных разработках видеoinформация о состоянии переезда передается по линии связи пост ЭЦ, или непосредственно в автоматизированное рабочее место дежурного по станции (АРМ ДСП) для отображения на видеомониторе. Оценка ситуации и принятие окончательного решения по-прежнему осуществляется дежурным по станции.

В свою очередь, современные телевизионные средства наблюдения легко увязываются с любым компьютером, имеют высокое быстродействие и позволяют обрабатывать сигналы от неподвижных, малоподвижных и быстроменяющихся объектов, как в реальном, так и в измененном времени [4]. Поэтому, сочленив средства видеонаблюдения с переездным микроконтроллером, можно получить автоматическую систему видеоконтроля опасной зоны железнодорожных переездов, в которой процесс обнаружения посторонних объектов на фоне опасной зоны будет осуществляться не зрительным анализатором оператора по экрану кинескопа, а ее пороговым устройством (компаратором).

Основными условиями надежного обнаружения, при этом, являются достаточный уровень лучистой энергии на входе переездных видеокамер, а также фиксирование системой отличий яркости и контраста фона и объектов. Однако данные условия, в значительной степени, могут зависеть как от освещенности переездов, так и от загрязненности воздушной среды в зоне видеонаблюдения.

Целью статьи является оценка влияния освещенности и загрязненности атмосферной среды опасной зоны переезда на надежность обнаружения в ней системами видеонаблюдения посторонних объектов в реальных условиях эксплуатации жд переездов.

Основной материал исследования. Рассмотрим наиболее вероятную модель взаимного расположения на переезде источника

освещения (ИСО) и объектива видеокамеры (ОВК), в которой ИСО расположен непосредственно над автодорожной проезжей частью опасной зоны, а видеокамера находится на некотором удалении от нее и наклонена вниз под углом к горизонтали (рисунок 1). Угол рассеяния светового пучка $2\alpha_p$ ИСО должен обеспечивать перекрытие поля зрения ОВК не менее, чем на 10-15% [10]. Но т.к. для видеоконтроля переезда используется лишь его опасная зона, остальная часть кадра изображения не контролируется по причине ее «программного затемнения», то данное условие должно выполняться непосредственно для контролируемого участка.

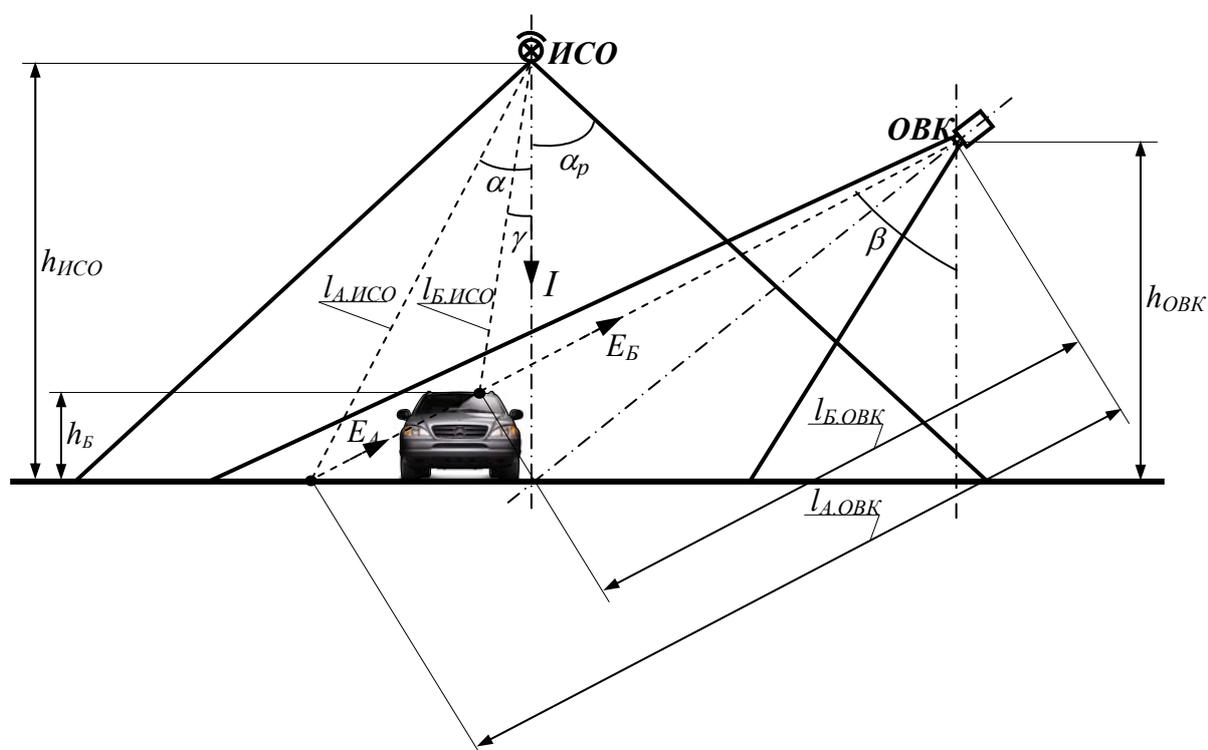


Рисунок 1- Схема взаимного расположения ИСО и ОВК с наклонным расположением оси видеокамеры

В данной модели от освещенности фона опасной зоны и непосредственно постороннего объекта (автомобиля) будет зависеть величина потока лучистой энергии, воздействующего на фотопреобразователь видеокамеры и, как следствие, на качество получаемого изображения. Здесь, в первую очередь, имеется в виду

качество получаемых изменений в кадрах опасной зоны, не имеющих в нормативном кадре переезда (т.е. переезда без посторонних объектов), с которым, поступающее от видеокамер изображение, постоянно сравнивается. Очевидно, что от качества таких изменений будет зависеть надежность выявления на фоне переезда посторонних объектов.

1. Фон опасной зоны переезда.

Следует отметить, что любое изображение характеризуется яркостным контрастом, определяемым как отношение абсолютного значения разности яркостей изображений объекта и окружающего его фона к их максимальному значению [10]. Следовательно, в процессе сравнения кадров изображения с нормативным кадром будет определяться изменение яркости в каждом пикселе изображения, т.е. изменение освещенности каждой точки фона переезда на экране монитора.

В качестве примера нормативного пикселя можно принять некоторую точку А на поверхности настила переезда, расположенную в общей области поля зрения объектива видеокамеры и диаграммы направленности светового пучка ИСО. В результате, при работе с источником освещения, создающим в нормальном направлении силу света I , освещенность в точке А приближенно будет равна [10]:

$$E_A \approx \frac{I \cdot \cos \alpha}{l_{A, ИСО}^2}, \quad (1)$$

где I - сила света источника дополнительного освещения в осевом направлении;

α - угол между осью излучателя ИСО и направлением на точку А;

$l_{A, ИСО}$ - расстояние от источника света до точки А фона переезда:

$$l_{A, ИСО} = \frac{h_{ИСО}}{\cos \alpha}, \quad (2)$$

где $h_{ИСО}$ – расстояние от уровня настила переезда до ИСО.

Следует отметить, что на освещенность зоны переезда будет оказывать влияние не только сила света ИСО, но и прозрачность атмосферной среды, в которой осуществляется видеонаблюдение.

Для однородной среды можно записать [10]:

$$E_A \approx \frac{I \cdot \cos \alpha}{l_{A.ИСО}^2} \cdot e^{-\lambda \cdot l_{A.ИСО}}, \quad (3)$$

где λ – показатель ослабления силы света от ИСО в однородной среде.

В связи с тем, что атмосферный слой на перегонке не однороден и может содержать различные по происхождению, мелкие частицы, ухудшающие его прозрачность, то выражение (3) преобразуется к виду:

$$E_{A.н} \approx \frac{I \cdot \cos \alpha}{l_{A.ИСО}^2} \cdot e^{-\sigma_{oc}^A}, \quad (4)$$

где σ_{oc}^A – показатель ослабления (поглощения и рассеяния) силы света в неоднородной среде, между точкой А и ОВК:

$$\begin{aligned} \sigma_{oc}^A &= \sum_{i=1}^m (\lambda_i \cdot l_{A.ИСО.i}) = \lambda_1 \cdot l_{A.ИСО.1} + \lambda_2 \cdot l_{A.ИСО.2} + \dots + \lambda_{m-1} \cdot l_{A.ИСО.m-1} + \lambda_m \cdot l_{A.ИСО.m} = \\ &= \lambda_B \cdot l_{A.ИСО.B} + \lambda_K \cdot l_{A.ИСО.K} + \lambda_{П} \cdot l_{A.ИСО.П} + \dots + \lambda_{m-1} \cdot l_{A.ИСО.m-1} + \lambda_m \cdot l_{A.ИСО.m}, \quad (5) \end{aligned}$$

где m – количество видов мельчайших частиц, препятствующих прохождению света от ИСО к фону перегонки или к постороннему объекту (туман, дымка, пыль, копоть, и т.п.);

λ_i – показатель ослабления силы света i -той частью атмосферного слоя, содержащей один из видов таких мельчайших частиц;

$l_{A.ИСО.i}$ – толщина i -той части атмосферного слоя по оси от ИСО до точки А (по линии отрезка $l_{A.ИСО}$);

λ_B – показатель ослабления силы света i -той частью атмосферного слоя, содержащей мельчайшие частицы водяных паров;

$l_{A.ИСО.B}$ – толщина i -той части атмосферного слоя, содержащего водяные пары, по оси от ИСО до точки А;

λ_K – показатель ослабления силы света i -той частью атмосферного слоя, содержащей мельчайшие частицы копоти;

$l_{A.ИСО.K}$ – толщина i -той части атмосферного слоя, содержащей частицы копоти, по оси от ИСО до точки А;

$\lambda_{П}$ – показатель ослабления силы света i -той частью атмосферного слоя, содержащей мельчайшие частицы пыли;

$l_{A.ICO.P}$ – толщина i -той части атмосферного слоя, содержащей частицы пыли, по оси от ИСО до точки А.

При эксплуатации переездной видеосистемы в реальных условиях, состояние контролируемой зоны подвержено кратковременным изменениям (в данном случае – увеличению) освещенности по причине появления различных световых бликов от автомобильных фар, искрений и т.п. С учетом этого выражение (5) дополняется показателем $E_{бл}$:

$$E_{A.бл} \approx E_{A.n} + E_{бл} \approx \frac{I \cdot \cos \alpha}{l_{A.ICO}^2} \cdot e^{-\sigma_{oc}} + E_{бл}. \quad (6)$$

При этом:

$$E_{бл} = E_{ам} + E_{жд} + E_n + E_{н} + E_m + E_{\delta} + E_u + E_{np}, \quad (7)$$

где $E_{ам}$ – показатель, учитывающий блики от источников света подвижных и неподвижных автодорожных посторонних объектов;

$E_{жд}$ – показатель, учитывающий блики от источников света подвижных и неподвижных железнодорожных посторонних объектов;

E_n – показатель, учитывающий блики от источников света прочих подвижных посторонних объектов;

$E_{н}$ – показатель, учитывающий блики от источников света прочих неподвижных посторонних объектов;

E_m – показатель, учитывающий блики от разрядов молнии;

E_{δ} – показатель, учитывающий блики от возникновения дуги между токоприемником электровоза или электропоезда и контактным проводом;

E_u – показатель, учитывающий блики от различных искрений;

E_{np} – показатель прочих неучтенных бликов.

В то же время, при работе телекамер на открытом воздухе, на передачу лучистой энергии от фона переезда либо от постороннего объекта к фотопреобразователю видеокамеры будет оказывать влияние не только их освещенность и поглощающие свойства атмосферы, но и отражающие характеристики их поверхностей. В этом случае можно записать:

$$E_{A.OBK} = E_{A.бл} \cdot \rho_A \cdot \tau_{од}^A, \quad (8)$$

где $E_{A.OBK}$ – освещенность точки А на входе ОБК;
 ρ_A – коэффициент отражения лучистой энергии фоном переезда;
 $\tau_{од}^A$ – спектральный коэффициент прозрачности однородного атмосферного слоя между точкой А и ОБК [10]:

$$\tau_{од}^A = e^{-G_a \cdot l_{A.OBK}}, \quad (9)$$

где G_a – спектральный показатель ослабления лучистого потока энергии однородным атмосферным слоем;

$l_{A.OBK}$ – толщина атмосферного слоя от ОБК до точки А.

В данном случае (рисунок 1):

$$l_{A.OBK} = \frac{h_{OBK}}{\cos \beta}, \quad (10)$$

где h_{OBK} – расстояние от уровня настила переезда до ОБК;

β – угол между вертикалью, проведенной через ОБК и направлением на точку А фона переезда.

На железнодорожном переезде атмосферный слой между видеокамерой и опасной зоной может быть неоднородным и содержать вещества, ухудшающие его прозрачность (туман, пыль, копоть и т.п.), в связи с чем должен учитываться некоторый показатель неоднородности атмосферного слоя (обозначим его как σ_n). Тогда выражение (9) преобразуется к виду:

$$\tau_{неод}^A = e^{-\sigma_n^A}, \quad (11)$$

где σ_n^A – показатель неоднородности, показывающий, насколько разнородность атмосферного слоя может препятствовать прохождению лучистой энергии от фона переезда либо от постороннего объекта к ОБК:

$$\begin{aligned} \sigma_n^A &= \sum_{j=1}^n (G_j \cdot l_{A.OBK.j}) = G_1 \cdot l_{A.OBK.1} + G_2 \cdot l_{A.OBK.2} + \dots + G_{n-1} \cdot l_{A.OBK.n-1} + G_n \cdot l_{A.OBK.n} = \\ &= G_B \cdot l_{A.OBK.B} + G_K \cdot l_{A.OBK.K} + G_{\Pi} \cdot l_{A.OBK.\Pi} + \dots + G_{n-1} \cdot l_{A.OBK.n-1} + G_n \cdot l_{A.OBK.n}, \quad (12) \end{aligned}$$

где n – количество видов мельчайших частиц, препятствующих прохождению лучистой энергии от фона либо от объекта к ОВК;

G_j – показатель ослабления лучистого потока энергии j -той частью атмосферного слоя, которая содержит мельчайшие частицы какого-либо вещества, ухудшающего прозрачность окружающей среды;

$l_{A.OBK.j}$ – толщина j -той части атмосферного слоя по оси от ОВК до точки А (по линии отрезка $l_{A.OBK}$);

G_B – показатель ослабления лучистого потока энергии слоем, содержащим водяные пары;

$l_{A.OBK.B}$ – толщина слоя, содержащего водяные пары;

G_K – показатель ослабления лучистого потока энергии слоем, содержащим частицы копоти;

$l_{A.OBK.K}$ – толщина слоя, содержащего частицы копоти;

G_{Π} – показатель ослабления лучистого потока энергии слоем, содержащим частицы пыли;

$l_{A.OBK.\Pi}$ – толщина слоя, содержащего частицы пыли.

В результате получим следующее выражение для определения освещенности точки А фона переезда на входе видеокамеры:

$$E_{A.OBK} \approx (E_{A.н} + E_{бл}) \cdot \rho_A \cdot \tau_{неод}^A \approx (E_{A.н} + E_{бл}) \cdot \rho_A \cdot e^{-\sigma_H^A} \approx$$

$$\approx \left(\frac{I \cdot \cos \alpha}{l_{A.ЭН}^2} \cdot \dot{a}^{-\sum_{i=1}^m (\lambda_i \cdot l_{A.ЭН} \cdot \dot{N}_i)} + A_{\dot{a}\ddot{e}} \right) \cdot \rho_A \cdot \dot{a}^{-\sum_{j=1}^n (G_j \cdot l_{A.ЭН} \cdot \dot{N}_j)}. \quad (13)$$

Аналогичным образом производится определение освещенности остальных точек фона переезда в программно-выделенной части кадра изображения.

2. Посторонний объект на фоне переезда.

При появлении постороннего объекта (автомобиля) в зоне видеонаблюдения, точка А перекрывается его поверхностью. В результате ОВК будет фиксировать освещенность не точки А фона переезда, а точки Б

поверхности автомобиля, расположенной на той же визуальной линии наблюдения, что и точка А, но ближе к видеокамере (рисунок 1).

Для освещенности точки Б можно записать:

$$E_B \approx \frac{I \cdot \cos \gamma}{l_{Б.ИСО}^2}, \quad (14)$$

где γ – угол между осью излучателя ИСО и направлением на точку Б поверхности автомобиля;

$l_{Б.ИСО}$ – расстояние от ИСО до точки Б:

$$l_{Б.ИСО} = \frac{h_{ИСО} - h_B}{\cos \gamma}, \quad (15)$$

где h_B – расстояние от уровня настила переезда до точки Б.

С учетом неоднородности атмосферной среды зоны видеонаблюдения выражение (14) преобразуется к виду:

$$E_{Б.н} \approx \frac{I \cdot \cos \gamma}{l_{Б.ИСО}^2} \cdot e^{-\sigma_n^B} \approx \frac{I \cdot \cos \gamma}{l_{Б.ИСО}^2} \cdot e^{-\sum_{i=1}^m (\lambda_i \cdot l_{Б.ИСО.i})}, \quad (16)$$

где σ_n^B – показатель ослабления силы света в неоднородной среде, между точкой Б и ОВК;

$l_{Б.ИСО.i}$ – толщина i -той части атмосферного слоя по оси от ИСО до точки Б (по линии отрезка $l_{Б.ИСО}$), содержащей один из видов мельчайших частиц, ухудшающих прозрачность окружающей среды.

Тогда, с учетом световых бликов, освещенность в точке Б:

$$E_{Б.бл} \approx E_{Б.н} + E_{бл}. \quad (17)$$

В результате, освещенность точки Б на входе видеокамеры:

$$E_{Б.ОВК} \approx (E_{Б.н} + E_{\delta л}) \cdot \rho_B \cdot \tau_{неод}^Б \approx \left(\frac{I \cdot \cos \gamma}{l_{Б.ИСО}^2} \cdot e^{-\sum_{i=1}^m (\lambda_i \cdot l_{Б.ИСО.i})} + E_{\delta л} \right) \cdot \rho_B \cdot e^{-\sum_{j=1}^n (G_j \cdot l_{Б.ОВК.j})}, \quad (18)$$

где ρ_B – коэффициент отражения лучистой энергии поверхностью автомобиля;

$\tau_{неод}^Б$ – спектральный коэффициент прозрачности неоднородного атмосферного слоя между точкой Б и ОВК (аналогичен коэффициенту $\tau_{неод}^А$, но с учетом расстояния $l_{Б.ОВК}$):

$$l_{Б.ОВК} = \frac{h_{ОВК} - h_B}{\cos \beta}, \quad (19)$$

$l_{Б.ОВК.j}$ – толщина j -той части атмосферного слоя по оси от ОВК до точки Б (по линии отрезка $l_{Б.ОВК}$), содержащей один из видов мельчайших частиц, препятствующих прохождению лучистой энергии от точки Б к видеокамере.

Аналогичные вычисления производятся для остальных, видимых переездным видеокамерам, точек поверхности постороннего объекта.

3. Обнаружение постороннего объекта.

Как указано выше, любое изображение характеризуется яркостным контрастом. Поэтому, в зависимости от соотношений яркостей объекта и фона различают два вида контраста – прямой и обратный. При прямом контрасте яркость изображения фона L_ϕ больше яркости изображения объекта $L_{об}$ [10]:

$$K_{пр} = \frac{L_\phi - L_{об}}{L_\phi}, \quad (20)$$

а при обратном – наоборот:

$$K_{обр} = \frac{L_{об} - L_\phi}{L_{об}}. \quad (21)$$

Контраст может выражаться как в процентах, так и в относительных единицах ($0 \leq K \leq 1$) [10]:

- при $0 \leq K < 0,2$ – малый контраст;
- при $0,2 \leq K < 0,5$ – средний контраст;
- при $0,5 \leq K \leq 1$ – высокий контраст.

Так как яркость фона и объектов на входе видеокамер зависит от их освещенности и загрязненности атмосферной среды зоны наблюдения, то применительно к рассматриваемой модели, выражения (20) и (21) можно переписать следующим образом:

- для прямого контраста:

$$K_{np} = \frac{E_{A.OBK} - E_{B.OBK}}{E_{A.OBK}}, \quad (22)$$

- для обратного контраста:

$$K_{обр} = \frac{E_{B.OBK} - E_{A.OBK}}{E_{B.OBK}}. \quad (23)$$

В данных выражениях учитывание световых бликов можно считать справедливым, т.к. последние могут возникнуть не только на поверхности отшлифованных до блеска головок железнодорожных рельсов фона переезда, но и на поверхности постороннего объекта, имеющей различные углы наклона и, следовательно, различные углы преломления и отражения света.

Тогда без учета световых бликов, т.е. для матовых поверхностей:

- для прямого контраста:

$$K_{np}^* = \frac{E_{A.(бл)} - E_{B.(бл)}}{E_{A.(бл)}}, \quad (24)$$

где $E_{A.(бл)}$ – освещенность точки А фона переезда без наличия световых бликов:

$$E_{A.(бл)} \approx E_{A.n} \cdot \rho_A \cdot \tau_{од}^A \approx \frac{I \cdot \cos \alpha}{l_{A.ICO}^2} \cdot e^{-\sum_{i=1}^m (\lambda_i \cdot l_{A.ICO.i})} \cdot \rho_A \cdot e^{-\sum_{j=1}^n (G_j \cdot l_{A.OBK.j})}, \quad (25)$$

$E_{B(\text{бл})}$ – освещенность точки B постороннего объекта без наличия световых бликов:

$$E_{B(\text{бл})} \approx E_{B.n} \cdot \rho_B \cdot \tau_{од}^B \approx \frac{I \cdot \cos \gamma}{l_{B.ИСО}^2} \cdot e^{-\sum_{i=1}^m (\lambda_i \cdot l_{B.ИСО.i})} \cdot \rho_B \cdot e^{-\sum_{j=1}^n (G_j \cdot l_{B.OBK.j})}, \quad (26)$$

- для обратного контраста:

$$K_{обр}^* = \frac{E_{B(\text{бл})} - E_{A(\text{бл})}}{E_{B(\text{бл})}}. \quad (27)$$

Таким образом, обнаружение посторонних объектов на фоне переезда осуществляется по их яркостному контрасту, т.е. по разнице их освещенности на входе переездных видеокамер. В то же время можно предположить, что появление автомобиля темного цвета на темном фоне настила переезда зафиксировано видеосистемой не будет. Однако поверхность любого автотранспортного средства состоит из многих видимых деталей разного цвета и конфигурации (светлые фары, черные покрышки колес и т.п.), которые имеют различные коэффициенты отражения лучистой энергии и, следовательно, не одинаковую яркость, которая в конечном итоге будет отличаться от яркости элементов нормативного фона переезда.

4. Особенности обнаружения посторонних объектов.

Задачу обнаружения посторонних объектов на фоне нормативной опасной зоны может усложнить появление в ее пределах световых бликов, которые будут восприниматься системой как инородный объект большей яркости. Т.е. будет иметь место «фиктивный обратный контраст» (ложная тревога), приводящий к ложным срабатываниям системы:

$$K_{обр} = \frac{E_{A.OBK} - E_{A(\text{бл})}}{E_{A.OBK}}. \quad (28)$$

«Фиктивный прямой контраст», также приводящий к ложной тревоге, возможен при периодическом повышении загрязненности атмосферной среды в зоне видеоконтроля.

Кроме того, функционирование рассматриваемой модели возможно не только в ночное время суток с использованием ИСО, но и в условиях естественного дневного освещения, а также при различных погодных условиях. В этом случае, например, «фиктивный прямой контраст» возможен в солнечную погоду, когда кратковременная облачность будет восприниматься системой как появление постороннего объекта пониженной яркости. В пасмурную погоду, кратковременное появление солнечного света, а также осадков в виде снега, светлой пыли и т.п., может быть воспринято как световые блики, т.е. как посторонние объекты повышенной яркости и т.д.

Следовательно, надежность обнаружения посторонних объектов на переезде в значительной степени будет зависеть не только от их освещенности и загрязненности воздушной среды зоны видеонаблюдения, но и от возникающих в ее пределах различных световых бликов, а также смены погодных условий. И если загрязненность воздушной среды может привести к ложным срабатываниям системы, путем уменьшения яркости освещения отдельных ее участков, а световые блики – наоборот, путем увеличения их освещенности, то смена погодных условий также будет способствовать ложной тревоге, но уже по причине, как увеличения, так и уменьшения освещенности зоны переезда.

Однако существует возможность свести ложные тревоги к минимуму путем повышения порогового уровня срабатывания компаратора видеосистемы в соответствующих участках кадра изображения, а также обучения системы автоматической смене, в зависимости от погодных условий, нормативных кадров зоны переезда на соответствующие. В свою очередь, современные видеокамеры имеют такие встроенные функции как компенсация встречной засветки, баланс белого и автоматической регулировки усиления сигнала, которые также дают возможность адаптации камеры наблюдения к различным условиям освещенности.

Вывод. Разработанная модель позволяет оценить влияние прозрачности атмосферной среды в зоне видеонаблюдения на освещенность расположенных в ней посторонних объектов и, следовательно, на яркостную контрастность получаемого изображения не только в разное время суток, но и при различных погодных условиях. Учтено негативное влияние световых бликов на процесс обнаружения объектов в опасной зоне переездов. Сделан вывод о возможности ложных срабатываний переездных видеосистем как по причине кратковременных

снижений освещенности зоны переездов облачностью, либо загрязненностью атмосферной среды, так и по причине ее излишней освещенности различными световыми бликами.

В дальнейших исследованиях процесса видеоконтроля опасной зоны железнодорожных переездов предлагается рассмотреть:

- особенности видеообнаружения посторонних объектов в зоне переезда с помощью детекторов активности в кадре изображения;
- возможность определения видеосистемами перемещений посторонних объектов и скорости таких перемещений в зоне переезда системами видеонаблюдения;
- особенности функционирования видеосистем на охраняемых и неохраняемых переездах в графике движения поездов.

Список литературы

1. Бойник А.Б., Германенко О.А. Видеоконтроль опасной зоны железнодорожных переездов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті, 2001. – № 4. – с.24-27.
2. Обеспечение безопасности движения на переездах железных дорог мира. // Автоматика телемеханика и связь, 1997. – № 11 – с.30-31.
3. Телевизионные системы контроля на Государственных железных дорогах ФРГ. // Железные дороги мира, 1985. – № 3 – с.28-36.
4. Грязин Г.Н. Системы прикладного телевидения: Учебное пособие для вузов. – СПб.: Политехника, 2000. – 277с.: ил.
5. Демченко Н.И. Осветительная техника на Государственных железных дорогах ФРГ: Экспресс-информация. Железнодорожный транспорт за рубежом. Электрификация, Автоматика и связь, Вычислительная техника. – М.: изд. ЦНИИТЭИ МПС – 1981. – выпуск 5 – с.1-9.