

## ТЕПЛОВИЗИОННЫЕ СИСТЕМЫ ВОЖДЕНИЯ ВОЕННОЙ АВТОТЕХНИКИ: ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ДВИЖЕНИИ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОЙ ВИДИМОСТИ

*С. В. КИРИК, Е. А. СИНИЦКИЙ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Тепловизионные приборы в настоящее время получили широкое распространение в науке и технике. В области специальной техники эти приборы используются для наблюдения, разведки, прицеливания, охраны объектов, таможенного контроля, криминалистики, вождения транспортных средств, поиска раненных на поле боя или пострадавших во время стихийных бедствий, для работы пограничных служб, обнаружения мин, контроля режимов работы машин и пр. Стремительное развитие тепловидения привело к созданию приборов нового поколения. Принцип действия тепловизионных приборов основан на преобразовании естественного теплового излучения от объектов и местности в видимое изображение. Обязательным условием его формирования является наличие температурного контраста между объектом и местностью (фоном), а в пределах контура объекта – между его отдельными элементами. Современные тепловизионные приборы способны воспринимать температурные контрасты до 0,05–0,1 К. Тепловизионные приборы имеют целый ряд достоинств: обеспечение больших дальностей видения независимо от уровня естественной освещенности, что позволяет им работать круглосуточно, возможность работы в условиях интенсивных световых помех и до определенной степени – при пониженной прозрачности атмосферы (туман, дождь, снегопад, пыль, дым и пр.). Эти приборы способны воспринимать тепловое излучение от объектов через среды, непрозрачные для видимого или ближнего инфракрасного (ИК) излучения, но прозрачные для теплового излучения: листва, маскировочные сети, небольшой слой земли, нагромождение предметов и пр. Это дает возможность наблюдать замаскированные или скрытые объекты. Тепловизионные приборы с 60-х годов XX века развивались по двум основным направлениям: с использованием дискретных приемников излучения совместно с механическими системами сканирования (развертки) изображения и приборов без механического сканирования. Теоретические основы тепловидения и техника тепловизионных приборов достаточно подробно рассмотрены в литературе [1]. При этом можно выделить четыре поколения тепловизионных приборов. Нулевое поколение основано на применении одиночных приемников излучения и двумерной развертки изображения с помощью сканирующей оптико-механической системы: первое поколение – на применении одномерных линеек фотоприемников и одномерной оптикомеханической развертки изображения, второе поколение – на применении матриц фотоприемников в виде 2–6 линеек с ВЗН (временная задержка и накопление) и одномерной оптико-механической развертки изображения. Новое третье поколение основано на применении «смотрящих» фокально-плоскостных двумерных многоэлементных матриц фотоприемников (FPA – Focal Plane Array) без использования оптико-механических систем развертки изображения. Ниже речь пойдет о приборах третьего поколения. Основными преимуществами этих приборов являются отсутствие оптико-механической развертки изображения и соответственно малые масса, габариты и энергопотребление, бесшумная работа, высокое отношение сигнал/шум и качество изображения, широкий динамический диапазон, возможность связи с современными компьютерами, видео- и ТВ-аппаратурой, цифровая обработка изображения в реальном масштабе времени.

### **Принцип действия и преимущества тепловизионной технологии.**

В основе тепловизора лежит способность всех объектов, температура которых превышает абсолютный ноль ( $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), излучать электромагнитные волны в инфракрасном диапазоне. Тепловизионная камера улавливает это невидимое для человеческого глаза излучение и преобразует его в видимое черно-белое или цветное изображение на мониторе водителя.

### **Ключевые преимущества ТСВ перед традиционными ПНВ:**

1 Независимость от освещенности: тепловизору не нужен внешний источник света (луна, звезды, ИК-прожектор). Он одинаково эффективно работает в полной темноте.

2 Видимость сквозь препятствия: тепловизор позволяет разглядеть объекты сквозь дым, легкий туман, дымку, пыль, листву и даже некоторые маскировочные сети, которые являются непреодолимой преградой для обычных оптических систем и ПНВ.

3 Высокая контрастность: поскольку тепловизор отображает разницу температур, живые объекты (люди, животные), работающие двигатели, недавно остановленные автомобили и даже следы на грунте видны на экране с высокой четкостью, контрастируя с более холодным или теплым фоном.

4 Обнаружение мин и засад: ТСВ может выявить недавно закопанные мины (из-за разницы температуры грунта) или замаскированную технику противника, что критически важно для защиты от засад и минирования маршрутов.

#### **Конструкция и применение тепловизионных систем вождения.**

Типичная ТСВ для военной автотехники состоит из нескольких компонентов:

1 Тепловизионная камера: устанавливается на крыше или капоте автомобиля, часто в поворотном герметичном корпусе, защищенном от пуль, осколков и неблагоприятных погодных условий.

2 Монитор (дисплей): размещается в кабине водителя в удобном для обзора месте. Современные дисплеи имеют высокое разрешение и могут работать в разных режимах (например, «белое-горячее» или «черное-горячее»).

3 Блок обработки сигнала: обрабатывает данные с камеры и передает их на монитор.

#### **ТСВ устанавливаются на широкий спектр военной автотехники:**

1 Бронетранспортеры (БТР) и боевые машины пехоты (БМП): для безопасного перемещения подразделений ночью.

2 Военные грузовики и тягачи: для обеспечения логистических конвоев в условиях отсутствия видимости.

3 Инженерная техника: для проведения работ по разминированию или расчистке завалов ночью.

4 Машины специального назначения: командно-штабные машины, медицинские автомобили и т. д.

#### **Повышение безопасности: ключевые аспекты.**

Внедрение ТСВ напрямую влияет на безопасность движения по нескольким направлениям:

1 Снижение риска ДТП: водитель заранее видит на экране препятствия на дороге (ямы, камни, поваленные деревья), животных, а также обочину и крутые склоны. Это позволяет избежать аварий, особенно при движении по незнакомой или сложной местности.

2 Защита от навигационных ошибок: тепловизор помогает ориентироваться по тепловым контурам ландшафта, сохранять правильное направление движения в условиях полного отсутствия видимости.

3 Повышение скрытности и выживаемости: использование ТСВ позволяет двигаться с выключенными фарами, что делает колонну менее заметной для противника. Это снижает риск обнаружения и поражения.

4 Снижение нагрузки на водителя: ТСВ значительно облегчает управление в ночное время, снижая психофизиологическое напряжение водителя и позволяя ему сохранять концентрацию на протяжении длительного времени.

#### **Ограничения и пути их преодоления.**

Несмотря на высокую эффективность, тепловизоры имеют некоторые ограничения:

1 Снижение эффективности в условиях температурного равновесия: в сильную жару или при очень плотном тумане / дожде, когда температура объектов и фона выравнивается, контрастность изображения может падать.

2 Высокая стоимость: качественные тепловизионные системы остаются дорогостоящим оборудованием.

3 Необходимость обучения: водители должны пройти обучение для правильной интерпретации теплового изображения.

Современные разработки направлены на преодоление этих ограничений: используются алгоритмы цифровой обработки изображения для повышения контрастности, разрабатываются более доступные микроболометрические матрицы, а обучение водителей становится стандартной частью подготовки.

Тепловизионные системы вождения стали неотъемлемым элементом современной военной автотехники, обеспечивающим качественный скачок в безопасности и эффективности ее применения. Они кардинально расширяют оперативные возможности войск, позволяя осуществлять круглосуточное маневрирование и снабжение в самых сложных погодных условиях и на любой

местности. Инвестиции в развитие и массовое оснащение армии такими системами являются прямым вкладом в сохранение жизни личного состава и успешное выполнение боевых задач. В будущем можно ожидать дальнейшую интеграцию ТСВ с системами искусственного интеллекта для автоматического обнаружения препятствий и предупреждения водителя об опасностях.

#### Список литературы

1 Волков В. Г. Тепловизионные приборы нового поколения / В. Г. Волков, А. В. Ковалев, В. Г. Федчишин // Специальная техника. – 2001. – № 6. – С. 16–21.

УДК 614.862

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СОЦИАЛЬНЫХ БЕСПОРЯДКАХ

*Д. В. МАЛАШКОВ, А. В. МАРДАНОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта г. Гомель*

Социальные беспорядки могут принимать разные формы: от мирных протестов до массовых столкновений. В таких условиях транспортная система становится одним из наиболее уязвимых объектов. Беспорядки могут вызвать заторы, повреждения транспортных средств, а также угрожать безопасности пассажиров (рисунки 1, 2). Поэтому обеспечение транспортной безопасности в таких ситуациях является приоритетной задачей.



Рисунок 1 – Социальные беспорядки во Франции, 09.2025



Рисунок 2 – Социальные беспорядки в Непале, 09.2025