

УДК 614; 535–15;

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ
ХРАНЕНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Щербаков Сергей Юрьевич

кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ,
г. Мичуринск, Россия

Криволапов Иван Павлович

кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ,
г. Мичуринск, Россия

Заборских Александр Александрович,

доцент

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ,
г. Мичуринск, Россия

Фролов Николай Геннадьевич

магистрант

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ,
г. Мичуринск, Россия

Стрельников Дмитрий Игоревич

магистрант

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ,
г. Мичуринск, Россия
zabor.skih@mail.ru

Аннотация: В статье проводится анализ существующих средств физической защиты и предлагается схема модернизации и усовершенствованию комплекса средств физической защиты объектов хранения и распределения нефтепродуктов. Предложено в качестве датчиков использовать совместно охлаждаемый и болометрический тепловизионные модули.

Ключевые слова: защита, тепловизор, объект хранения и распределения нефтепродуктов.

В современной России на объекты хранения и распределения нефтепродуктов в сельском хозяйстве возлагают стратегические цели с точки зрения внутренних энергетических потребностей страны и энергетической безопасности Российской Федерации в целом. Этот факт делает особенной физическую защиту на этих объектах – это важная часть безопасности страны в целом, а так же её экономики.

В сфере обеспечения безопасности объектов топливно-энергетического комплекса имеются недостатки, требующие совершенствования степени физической защиты. Для успешной защиты объектов, необходима постоянная модернизация средств физической защиты.

Задачами являются: ознакомление с существующими средствами физической защиты, рассмотрение возможных угроз для объекта ТЭК, предложение дополнительного нового устройства.

Тепловое излучение ослабляется при прохождении через атмосферу вследствие поглощения молекулами газа, аэрозолями, осадками, а также дымом, туманом, смогом и т. п. Следующие вещества (перечисленные в порядке важности) поглощают ИК-излучение в широких полосах с центрами, соответствующими указанным длинам волн:

1. вода (2,7; 3,2; 6,3 мкм);
2. углекислый газ (2,7; 4,3; 15 мкм);
3. озон (4,8; 9,6; 14,2 мкм);
4. закись азота (4,7; 7,8 мкм);
5. окись углерода (4,8 мкм)
6. метан (3,2; 7,8 мкм).

Молекулярное поглощение является главной причиной ослабления излучения, причем наиболее сильно излучение поглощается парами воды, углекислым газом и озоном. В нижних слоях атмосферы поглощением закисью азота и окисью углерода обычно можно пренебречь. Таким образом, принимая во внимание вышесказанное, можно определить положение двух окон прозрачности: 3,5–5 мкм и 8–14 мкм. Это означает, что тепловизоры

должны работать в этих диапазонах. Коротковолновый (3–5 мкм) диапазон более характерен для охлаждаемых тепловизоров, длинноволновый (8–14 мкм) – для неохлаждаемых (Рисунок 1).

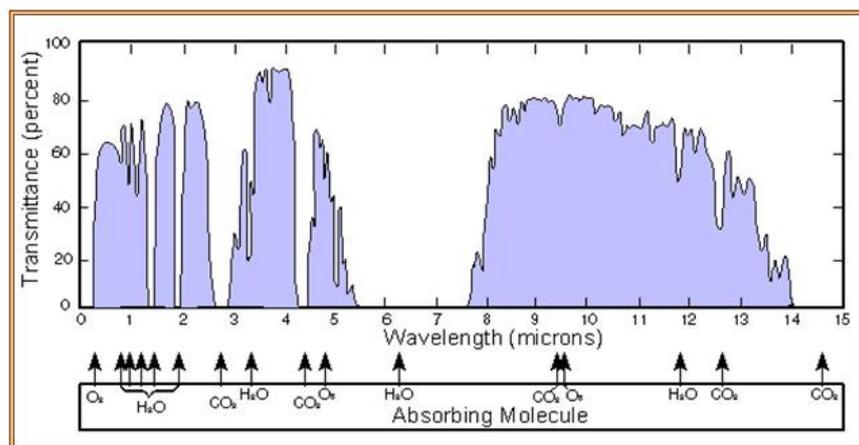


Рисунок 1- «Окна» прозрачности атмосферы.

Преимущества охлаждаемых тепловизоров:

1. Лучшая разрешающая способность – они работают в более коротковолновом диапазоне по сравнению с болометрическими тепловизорами. Согласно критерию Релея, разрешающая способность определяется соотношением $R = D/1,22\lambda$, где D – диаметр объектива, а λ – длина волны. Угловой дифракционный предел (под этим термином подразумевается минимальный угловой размер монохроматического источника) охлаждаемого тепловизора равен $\varphi \approx \lambda / D$, где λ – длина волны, а D – диаметр объектива, имеет порядок 0,08 мрад (0,004 градуса). Для неохлаждаемых тепловизоров этот параметр ниже в 3–4 раза.

2. Охлаждаемые тепловизоры обладают большей контрастной чувствительностью – охлаждаемый тепловизор различает перепады в 20 мК при диафрагме, равной 5, в то время как неохлаждаемый болометрический – около 50 мК, при соблюдении условия, что диафрагма равна единице. Это является следствием различной физики фотоэлектрического и терморезистивного эффектов.

3. Большая дальность обнаружения. Дальность обнаружения до 12–18 км в зависимости от цели.

Недостатки охлаждаемых тепловизоров:

1. Высокая потребляемая мощность, вызванная наличием устройств охлаждения, по сравнению с неохлаждаемыми устройствами.
2. Довольно длительное время охлаждения – между включением тепловизора и получением изображения может пройти несколько минут.
3. Ограниченный срок эксплуатации, вызванный сроком наработки на отказ охлаждающего элемента (около 13000 часов).
4. Преимущества неохлаждаемых (болومترических) тепловизоров:
5. Рабочий диапазон лучше приспособлен для наблюдения в условиях дыма, тумана, смога – в диапазоне 8–14 микрон ИК-излучение не поглощается ни парами воды, ни углекислым газом (окно прозрачности «более прозрачное», чем в диапазоне 3–5 микрон) [1].
6. Сравнительно небольшой размер и вес.
7. Неохлаждаемые тепловизоры работают сразу после включения. Также для них характерна меньшая потребляемая мощность.
8. Долгий срок наработки на отказ.
9. Основным недостатком болومترических тепловизоров является низкая чувствительность по сравнению с охлаждаемыми камерами, поэтому для них требуются светосильные объективы. Для появления терморезистивного эффекта необходимо собрать и передать на болометр большое количество энергии.

Закон Вина дает представление о том, где находится максимум излучательной способности того или иного тела:

1. Человек – 9,36 микрон.
2. Автомобиль или катер с двигателем внутреннего сгорания – 8,45 микрон.
3. Лесной пожар – около 3 микрон (в зависимости от характера пожара). И человек, и автомобиль имеют заметную светимость в коротковолновом диапазоне, поэтому для наблюдения за ними на больших расстояниях можно применять тепловизоры, работающие в области 3–5 микрон. Болومترические тепловизоры не могут решить эту задачу.

В данной работе предлагается использовать тепловизионную систему как СФЗ для охраны периметра. Главным преимуществом использования устройств такого типа является возможность круглосуточной работы без потери качества сигнала, высокая производительность системы, возможность одновременного ведения и обнаружения большого количества целей, тепловизор является пассивным СФЗ (что означает его скрытую работу для средств обнаружения).

Устройство непрерывного панорамного тепловизионного обзора состоит из базовой части и поворотной части. Исполнение корпуса должно быть выполнено в соответствии с системой классификации степеней защиты оболочки электрооборудования от проникновения твёрдых предметов и воды в соответствии с международным стандартом IEC 60529: IP67. Все разъемы должны быть герметичными [2].

Базовая часть должна быть установлена на ровную, виброустойчивую, неподвижную поверхность.

Так как действие этой системы физической защиты (СФЗ) основано на оптических законах, то для более точного определения опасности и видимости объектов, устройство должно располагаться на высоте не менее 10 метров (зависит от необходимой дальности и точности обнаружения), перед устройством не должно быть преград, либо они должны быть минимизированы, путем увеличения высоты установки тепловизора. Вокруг места установки образовывается зона «тени», и для охраны этой зоны необходимо дублировать вторым устройством, либо СТН. (Рисунок 2)



Рисунок 2 – зона обнаружения и «слепая» зона тепловизора

На стационарную часть закрепляется поворотная головка, которая в рабочем режиме вращается с определенной постоянной частотой, охватывая

обзором весь охраняемый периметр.

В корпусной части должны располагаться все электродвигатели, блоки питания, коммутационные узлы, блоки обогрева и термостатирования.

Поворотная часть должна быть легкоъемной с помощью специального инструмента, чтобы при наступлении сервисного периода, была возможность без долгой остановки защиты заменить датчики на резервные.

Проанализировав возможности тепловизоров, можно в качестве датчиков использовать совместно охлаждаемый и болометрический тепловизионные модули. Данное решение позволит резервировать тепловизионный канал в случае выхода из строя и иметь коротковолновый и длинноволновый диапазон длин волн. В этом случае, в условия дыма, тумана, смога на ближних дистанциях можно оценивать окружающую обстановку благодаря информации, полученной болометрическим тепловизионным блоком, а перекрывать большие площади, издали идентифицировать объекты с помощью блока с охлаждаемым тепловизором.

Связь СФЗ с постом охраны или центральным пультом управления должна осуществляться по протоколу TCP/IP и должна поддерживать гигабитную передачу данных. Такое требование вызвано тем, что информация от тепловизионных блоков должна поступать в блок аналитики по ЛВС без использования компрессии. При наличии 1 источника сигнала с информацией об обстановке на территории, охватывающей 360 градусов, при использовании существующих устройств, вес 1 снимка будет не менее 10 мегабайт. Пропускная способность сети 100Mb/s будет минимально допустимой, а при использовании двух источников, такая сеть не справится с поставленной задачей.

Для передачи информации на большие расстояния необходимо использовать волоконно-оптическую линию связи (ВОЛС) или высокоскоростное беспроводное соединение Wifi мост 5 ГГц до 30 км с разделением информационных каналов.

Хранение и обработка информации может храниться на АРМ

серверного исполнения с поддержкой RAID массива, что позволяет иметь большую глубину архива и успешно обрабатывать сигналы, поступающие от тепловизоров.

Типовая схема системы с АРМ изображена на рисунке 3.

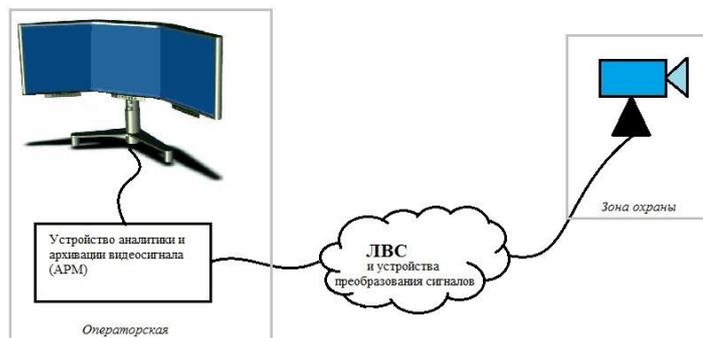


Рисунок 3 – Типовая схема тепловизионной системы с АРМ

Дальность обнаружения

Так как в качестве датчиков используются существующие образцы тепловизоров, то для устройства непрерывного панорамного тепловизионного обзора можно оценить предполагаемую возможную дальность обнаружения нарушителей в зависимости от его типа.

Таблица 1

Дальность обнаружения

Тип нарушителя	Дальность обнаружения, км
Человек	3–7
Легковой автомобиль	8–19
Грузовик	20–38

Список использованных источников

1. Афонин А.В., Таджибаев А.И., Сергеев С.С. Инфракрасная термография в энергетике. Технические средства приема инфракрасных излучений.
2. НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ. Справочник в 7 томах под редакцией чл, – корр. РАН В.В. КЛЮЕВА. Том 5 Кн. 1: В.П. Вавилов. Тепловой контроль.

**IMPROVEMENT OF PHYSICAL PROTECTION OF OBJECTS OF
STORAGE AND DISTRIBUTION OF PETROLEUM PRODUCTS IN
AGRICULTURE**

Shcherbakov Sergey Yurievich

candidate of technical sciences, associate professor
Michurinsk State Agrarian University,
Michurinsk, Russia

Krivolapov Ivan Pavlovich

candidate of technical sciences, associate professor
Michurinsk State Agrarian University,
Michurinsk, Russia

Zaborskikh Alexander Alexandrovich

associate professor
Michurinsk State Agrarian University,
Michurinsk, Russia

Strelnikov Dmitry Igorevich

undergraduate 1st course of the direction of training «Technosphere safety»
Michurinsk State Agrarian University,
Michurinsk, Russia

Frolov Nikolai Gennadievich

undergraduate 1st course of the direction of training «Technosphere safety»
Michurinsk State Agrarian University,
Michurinsk, Russia
zabor.skih@mail.ru

Abstract: The article analyzes the existing means of physical protection and proposes a scheme of modernization and improvement of the complex of means of physical protection of storage and distribution of petroleum products. It is proposed to use jointly cooled and bolometric thermal imaging modules as sensors.

Key words: protection, thermal imager, object of storage and distribution of oil products.