

## СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДВУХСПЕКТРАЛЬНОЙ КАМЕРЫ

Харламов Вадим Александрович<sup>1</sup>, Лишили Михаил Владимирович<sup>2</sup>,  
Михайлова Светлана Денисовна<sup>3</sup>, Пилипенко Адриана Андреевна<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Ассистент;

Государственный университет «Дубна»;

Россия, 141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, д. 19;

e-mail: harlamov\_va@dedal.ru.

<sup>2</sup>Кандидат технических наук, доцент;

Государственный университет «Дубна»;

Россия, 141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, д. 19;

e-mail: m.lishilin@gmail.com.

<sup>3</sup>Студент;

Государственный университет «Дубна»;

Россия, 141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, д. 19;

e-mail: dem3svetlana@gmail.com.

<sup>4</sup>Студент;

Государственный университет «Дубна»;

Россия, 141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, д. 19;

e-mail: adrishapilip@gmail.com.

В статье рассматриваются различные технические средства охраны, применяющиеся при создании систем обеспечения безопасности объектов, выделяются их общие недостатки и предлагается программно-аппаратное решение на основе двухспектральной камеры и системы компьютерного зрения, позволяющее преодолеть означенные недостатки.

**Ключевые слова:** компьютерное зрение, распознавание угроз, двухспектральная камера.

### Для цитирования:

---

Система обеспечения безопасности объектов на основе интеллектуальной двухспектральной камеры / В. А. Харламов, М. В. Лишили, С. Д. Михайлова, А. А. Пилипенко // Системный анализ в науке и образовании: сетевое научное издание. 2023. № 1. С. 13–17. URL : <https://sanse.ru/index.php/sanse/article/view/568>.

## OBJECT SECURITY SYSTEM BASED ON INTELLIGENT DUAL-SPECTRAL CAMERA

Kharlamov Vadim A.<sup>1</sup>, Lishilin Mikhail V.<sup>2</sup>, Mikhailova Svetlana D.<sup>3</sup>, Pilipenko Adriana A.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Assistant;

Dubna State University;

19 Universitetskaya Str., Dubna, Moscow region, 141980, Russia;

e-mail: harlamov\_va@dedal.ru.

<sup>2</sup>PhD in Engineering sciences, associate professor;

Dubna State University;

19 Universitetskaya Str., Dubna, Moscow region, 141980, Russia;

e-mail: m.lishilin@gmail.com

<sup>3</sup>Student;

Dubna State University;

19 Universitetskaya Str., Dubna, Moscow region, 141980, Russia;

e-mail: dem3svetlana@gmail.com.

<sup>3</sup>Student;

Dubna State University;

19 Universitetskaya Str., Dubna, Moscow region, 141980, Russia;

e-mail: adrishapilip@gmail.com.

The article discusses various technical means of protection used in the creation of security systems for facilities. Their common shortcomings are identified and a software-hardware solution based on a dual-spectral camera and computer vision system is proposed to overcome these shortcomings.

**Keywords:** computer vision, threat recognition, two-spectral camera.

### For citation:

Kharlamov V. A., Lishilin M. V., Mikhailova S. D., Pilipenko A. A. Object security system based on intelligent dual-spectral camera. System Analysis in Science and Education, 2023;(1):13–17 (in Russ). Available from: <https://sanse.ru/index.php/sanse/article/view/568>.

Комплексная система безопасности в настоящее время представляет собой стратегически важное и основополагающее решение для обеспечения безопасности объектов, представляющих ценность для государства и коммерческих структур. Основным источником обеспечения защиты объекта являются технические средства охраны.

Техническое средство охраны (ТСО) – конструктивно законченное устройство, выполняющее самостоятельные функции в составе системы, предназначенной для обеспечения охраны или безопасности объекта; точка доступа – место непосредственного осуществления контроля доступа (примерами точек доступа являются двери, турникеты, кабины прохода, оборудованные необходимыми средствами).

В последнее время рынок защиты периметра значительно вырос, что говорит о высоком спросе на данные устройства. Согласно исследованиям аналитиков, *MarketsandMarkets* рынок увеличился со 110,64 млрд долларов США в 2017 году до 196,60 млрд долларов США к 2022 году, при совокупном годовом темпе роста (CAGR) – 12,2% в период между 2017 и 2022 годами, т.е. на 50%. Мировой рынок программ управления видео вырастет с 10,9 млрд долларов США в 2022 г. до 31 млрд долларов США к 2027 г. при среднегодовом темпе роста 23,1% [1].

В состав рынка защиты периметра аналитики включают аппаратную составляющую по компонентам: системы обнаружения вторжений за границами периметра, видеонаблюдение, контроль доступа и системы оповещения и уведомления.

В настоящее время системы обнаружения вторжений разделяются по принципам сбора и передачи информации. Рассмотрим технические средства охраны, которые являются главными в системе обеспечения безопасности объектов, учитывая плюсы и минусы данных видов устройств (см. табл. 1).

Таблица 1. Датчики. Принципы сбора и передачи информации

Типы датчиков	Плюсы	Минусы
Датчик, основанный на трибоэлектрическом эффекте. Размещается на гибком инженерном ограждении. В случае воздействия нарушителем на ограждение происходит искривление прикрепленного к нему кабеля, блок обработки датчика фиксирует это искривление и выдает сигнал тревоги оператору.	Низкая стоимость самого устройства Низкое энергопотребление Низкая стоимость монтажа на гибкие ограждения.	Применяется только с гибкими инженерными ограждениями Необходима сезонная/погодная настройка Чувствительность к электромагнитным помехам Низкая степень локализации нарушения (фиксируется факт воздействия, но не участок ограждения, где оно произошло)

<p>Волоконно-оптический датчик.</p> <p>Размещается на гибком инженерном ограждении или на погруженной в грунт сетке. В случае воздействия нарушителем на ограждение/сетку происходит искривление прикрепленного к нему кабеля, блок обработки датчика фиксирует это искривление и выдает сигнал тревоги оператору.</p>	<p>Высокая степень обнаружения и локализации тревоги (блок способен распознать искривление кабеля с точностью до нескольких метров на расстоянии нескольких километров от оператора)</p> <p>Возможность перекрытия протяженных периметров одним блоком обработки</p>	<p>Применяется только с гибкими ограждениями</p> <p>Высокая стоимость как самого кабеля, так и блока обработки</p> <p>Низкая степень автономности, т.к. блок обработки представляет собой промышленный рефлектометр и высокопроизводительный сервер для обработки сигнала и требует промышленной электрической сети.</p>
<p>ИК-датчик.</p> <p>Состоит из передающей и принимающей частей, фиксирует попадание любых предметов в поле действия луча от передатчика до приемника.</p>	<p>Работает на любом типе инженерных ограждений</p>	<p>Необходимо создавать зону отчуждения от предметов и зеленых насаждений в поле действия датчика</p> <p>Низкая степень автономности.</p>
<p>Радиоволновой/радиолучевой датчик.</p> <p>Состоит из передающей и принимающей частей, фиксирует искажение электромагнитного поля при попадании предметов в зону действия датчика.</p>	<p>Может быть установлен без инженерных ограждений</p> <p>Высокая степень обнаружения вне зависимости от места применения (на земле, на ограждении)</p>	<p>Необходимо создавать зону отчуждения от предметов в поле действия датчика</p> <p>Высокая стоимость датчиков</p> <p>Из-за различия искажения электромагнитного поля на живых существ и на металлы, как правило происходит настройка фиксирования только металлических предметов в зоне действия.</p> <p>Низкая степень автономности из-за необходимости подключения к промышленной электрической сети.</p>
<p>Вибрационные датчики</p>	<p>Могут быть маскируемые и мобильные</p> <p>Могут по характеру сигнала предполагать тип нарушителя (человек/автомобиль)</p>	<p>Низкая степень помехоустойчивости</p> <p>Невозможность применения в городской черте или рядом с оживленными участками дорог</p>

Одним из слабых мест перечисленных систем является необходимость верификации тревожного сигнала при помощи либо мобильной группы отделения охраны, либо технического наблюдения, что требует установку дополнительного оборудования (стационарного или мобильного).

В настоящий момент в техническом наблюдении есть ряд недостатков:

- Из-за относительно низкой стоимости количество установленных камер на каждом объекте растет, что не дает возможности оператору качественно наблюдать за обстановкой.

- Встроенный датчик движения в камере технического наблюдения регистрирует абсолютно любые движения в поле зрения и тем самым увеличивает количество ложных срабатываний, что приводит к ухудшению качества контроля.
- Аналитика идентификации в системах технического наблюдения как правило требует серверных вычислительных мощностей.
- В ночное время суток техническое наблюдение применяется совместно с ИК-прожекторами или ИК-подсветками, что значительно увеличивает энергопотребление и стоимость системы охранного телевидения.
- Качество сигнала при применении ИК-подсветки сильно зависит от погодных условий [2, 3, 4].

Как верно заметил заместитель генерального директора по безопасности АО «Международный аэропорт Шереметьево» Ермаков В.Е. в интервью журналу «Системы безопасности»: «Сегодня в существующей технологии не хватает машинной алгоритмизации для автоматического выявления событий и окончательное решение по поступающим тревожным сообщениям из системы принимает пока оператор» [5].

Система технического наблюдения, состоящая из цветной видеокамеры и тепловизионного прибора, называемая двухспектральной системой технического наблюдения. Преимуществом технического наблюдения на основе двухспектральных систем является меньшая зависимость от погодных условий, низкое энергопотребление (по сравнению с применением ИК-подсветки для камер оптического спектра) и наибольшая вероятность определения нарушителя по тепловому контрасту.

На рынке уже существуют ряд аналогичных решений с использованием встроенного зарубежного программного обеспечения, что не позволяет в настоящее время осуществлять поддержку, доработку и настройку программы по требованиям заказчика.

Создание устройства как для наблюдения, так и для обнаружения и идентификации требует интегрирования вычислителя с нейросетью в само устройство. При этом существует сложность наложения видимого спектра камеры на ИК-спектр тепловизора. Решение данной технической проблемы позволит получать качественное изображение для передачи на распознавание образов и применять его только для «теплых» объектов в кадре.

Одно из главных преимуществ устройства – это использование отечественного специального программного обеспечения, так как оно является альтернативой ушедших с отечественного рынка иностранных программных продуктов.

Для эффективного использования ТСО службами охраны, предлагаемое инновационное решение должно соответствовать следующим требованиям:

- дальность обнаружения человека/автомобиля до 100 метров;
- базовый функционал по распознаванию человека/автомобиля в кадре;
- возможность дообучения под специфику заказчика (обнаружение оставленных предметов, источников возгорания и т.д.);
- оперативная передача обработанной информации на АРМ оператора;
- высокая степень автономности за счет оптимизации энергопотребления;
- способность отправки тревожного сигнала и изображения нарушителя, происходящей по радиорелейной симплексной связи.

Не стоит забывать про необходимость приемной станции и автоматизированного рабочего места оператора.

Используя двухспектральную камеру (наложение ИК-диапазона на видимый) и обучаемую систему компьютерного зрения (см. рис. 1), получаем возможность обрабатывать видеоизображение на входе и выявлять угрозы, с последующей отправкой предупреждающего сообщения оператору без необходимости непрерывной слежки за объектом. Благодаря малому потреблению электроэнергии существует возможность автономного использования в качестве технического средства охраны. Также устройство наследует свойство круглосуточного и всепогодного слежения за обстановкой на охраняемой территории с удаленного рабочего места оператора.

Ещё одним плюсом решения является отсутствие необходимости прокладки ВОЛС/витой пары к каждой камере.



Рис. 1. Схема предлагаемого решения

Применение данного устройства позволит оптимизировать охранную деятельность и снизить количество ошибок, вызванных усталостью оператора за счет передачи только информативных сигналов, а также минимизировать количество ложных тревог.

Использование нейросети позволит адаптировать устройство под потребности потребителя. Существует возможность провести переобучение нейронной сети под потребности и задачи заказчика. В этом случае материал обучения обрабатывается на серверах поставщика и затем загружается на оборудование и обеспечивает высокую точность распознавания с учетом желаемой специфики, не требуя наличия у заказчика высокопроизводительного оборудования.

## Список источников

1. Прогноз роста рынка систем охраны периметра до 2023 года // Системы безопасности в Беларуси – Техноцентр : [сайт]. – tcn.by, 1994-2021. – URL: <https://tcn.by/novosti/rosta-rynka-ohrany-perimetra>.
2. Системы раннего обнаружения и мониторинга обстановки // Официальный сайт АО «НПК «Дедал». – АО «НПК «Дедал», 2022. – URL: <https://dedal.ru/projects/sistemy-rannego-obnaruzheniya-monitoringa-obstanovki-/kiver-m.html>.
3. Радиобарьер // ПОЛЮС-СТ. Автономные технические средства охраны : [сайт]. – ПОЛЮС-СТ, 2000-2023. – URL: <https://www.polus-st.ru/products/radiobarrier/>.
4. Камуфляж-Видео // НИКИРЭТ. Комплексное обеспечение безопасности объектов. Системы охраны периметра: [официальный сайт] / Научно-исследовательский и конструкторский институт радиоэлектронной техники. – nikiret.ru, 2023. – URL: [https://nikiret.ru/catalog/kompleksy\\_i\\_sredstva\\_operativno\\_takticheskogo\\_naznacheniya/kamuflyazh\\_video.html](https://nikiret.ru/catalog/kompleksy_i_sredstva_operativno_takticheskogo_naznacheniya/kamuflyazh_video.html)
5. Ермаков В. Для обеспечения безопасности в международном аэропорту Шереметьево используются самые передовые технологии// Системы безопасности. – 2022, № 4. – С. 6-8.