



УДК 007.51
DOI 10.21685/2587-7704-2019-4-2-3



Open
Access

RESEARCH
ARTICLE

Особенности разработки современных систем охранного видеонаблюдения

В. В. Козлов

Пензенский государственный университет, Россия, 440026 г. Пенза, ул. Красная, 40

А. Ю. Козлов

Пензенский государственный университет, Россия, 440026 г. Пенза, ул. Красная, 40

Аннотация. Рассматриваются определение, назначение и особенности разработки систем охранного видеонаблюдения, включая методики расчета ее основных параметров с использованием программного средства 3D-визуализации. Методология разработки с использованием моделирования 3D-визуализации позволяет наиболее точно и оперативно произвести расчеты основных параметров системы видеонаблюдения для последующего формирования проекта.

Ключевые слова: система охранного видеонаблюдения, видеокамера, пространственное разрешение, моделирование визуализации.

Development features for modern CCTV systems

V. V. Kozlov

Penza State University, 40 Krasnaya Street, 440026, Penza, Russia

A. Yu. Kozlov

Penza State University, 40 Krasnaya Street, 440026, Penza, Russia

Abstract. The paper discusses definition, purpose and features for the development of closed-circuit television (CCTV) video surveillance security systems, including methods for calculating its basic parameters using 3D visualization software. The development methodology using 3D visualization modeling allows you to most accurately and efficiently calculate the main parameters of a video surveillance system for the subsequent formation of the project.

Keywords: video surveillance security system, video camera, spatial resolution, visualization modeling.

В связи с возросшими требованиями к качеству систем безопасности, системы видеонаблюдения стремительно набирают рост в области своих функциональных возможностей. С ростом аппаратной мощности оборудования качественно сокращается время обработки данных.

Оснащение системой охранного видеонаблюдения (СОВ) позволяет организовать круглосуточный тотальный автоматический видеоконтроль за ситуацией, создать видеоархивы с возможностью умного поиска, точно квалифицировать факты проникновения, а также существенно улучшить условия работы службы охраны и повысить комфортность работы административной службы.

Для разработки СОВ необходимо произвести анализ характеристик объекта, компонентов системы, сформулировать ряд методик по расчету основных параметров СОВ.

Технология контроля периметра, представленная в системах в качестве программных модулей, как инструмент, открывает возможности для предотвращения или сокращения ущерба, потерь и опасных ситуаций. В этой технологии применяется алгоритм реакции на форму, скорость движения и местоположение объекта, пересечение линии, зоны.

© Козлов В. В., Козлов А. Ю., 2019.

Данная статья доступна по условиям всемирной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая дает разрешение на неограниченное использование, копирование на любые носители при условии указания авторства, источника и ссылки на лицензию Creative Commons, а также изменений, если таковые имеют место.

Цель технологий контроля в СОВ – обеспечение работы в быстро изменяющихся внешних условиях, сведение помех и количества ложных срабатываний к минимуму.

Система охранного видеонаблюдения – система аппаратно-программного комплекса замкнутого типа с применением оптико-электронных средств, предназначенная для процесса визуального контроля, автоматического анализа и обработки изображений, а также для служебной информации и извещений о тревоге охраняемого объекта.

Модель структурной схемы СОВ приведена на рис. 1.

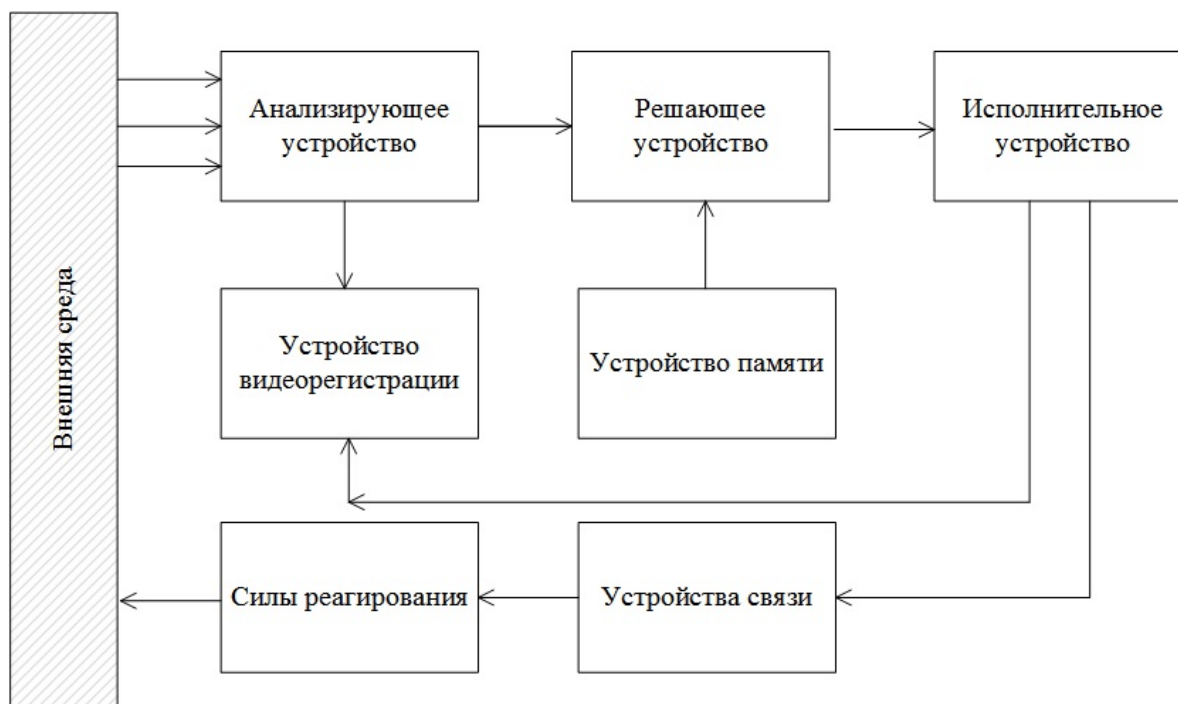


Рис. 1. Модель структурной схемы СОВ

Руководствуясь моделью структурной схемы СОВ, можно выбрать функциональные параметры аппаратной и программной части системы, обозначить входные и выходные составляющие информационной системы [1].

Видеокамера как элемент системы воспринимает воздействие из внешней среды, таким образом являясь входом для последующей обработки информации, выполняя задачи преобразования оптического изображения наблюдаемого объекта (сцены) в электрический видеосигнал определенного стандарта, по сути являясь системой получения видеоизображений. Далее данные видеопотока через телекоммуникационные устройства поступают на анализирующее устройство (обработка данных), устройство видеорегистрации, решающее устройство (аналитический блок), исполнительное устройство (реакция системы на событие, поступающее от решающего устройства), устройство связи (оповещение), силы реагирования (реакция на оповещение).

Основными функциями СОВ являются:

- мониторинг обстановки в режиме реального времени;
- автоматическое выявление движущихся объектов и отслеживание их действий;
- оповещение оператора о тревоге (по заранее заданным алгоритмам);
- ведение архива отснятого материала и протокола событий.

Анализ выбора СОВ способствует полной совместимости и предотвращению «конфликтов» между элементами, входящими в состав системы. Например, при ошибочном выборе элементов (оборудования, программных продуктов) система не будет отвечать требованиям и поставленным задачам, потеряет надежность и даже может полностью выйти из строя, что понесет за собой немалые экономические потери.

Основными критериями для выбора системы охранного видеонаблюдения являются:

- тип системы охранного видеонаблюдения;
- состав и характеристики элементов системы;
- интеграция с системами сторонних производителей;

- специфика работы в условиях окружающей среды (температура, погодные условия, автоматическое переключение режимов работы в зависимости от смены дня и ночи и т.д.);
- аппаратно-программные модули обработки в составе системы;
- форм-фактор состава системы (размеры, формы, материалы оборудования);
- перенастройка в изменяющихся условиях (масштабируемость, модернизация, универсальность);
- надежность, срок службы.

Основными задачами, стоящими перед СОВ, являются: обеспечение оперативных условий для максимально быстрого и адекватного реагирования (со стороны оператора) на происходящие события, воспроизведение и запись архива видео для просмотра и дальнейшего анализа событий (изучения, расследования и т.д.).

Для постановки задачи следует учесть количество контролируемых зон вокруг и внутри объекта, необходимо контролировать зоны подхода, проезда к служебным техническим сооружениям.

С учетом сложности конфигурации для оперативного охвата контролируемых зон периметра и территории объекта используются скоростные поворотные видеокамеры. Современные поворотные видеокамеры используются в автоматическом режиме, с перехватом на ручное (интерактивное) управление. Это позволяет уменьшить влияние человеческого фактора в работе СОВ.

Программные средства и их компоненты (модули) в СОВ определяются наличием таких характеристик, как:

- управление телеметрией скоростных поворотных видеокамер (PTZ) в ручном и автоматическом режиме;
- передача информации по сети Ethernet и Internet в зашифрованном виде;
- интеллектуальные обработчики изображения (идентификация, распознавание и т.д.);
- многоуровневый доступ;
- сервис оповещения о тревожных событиях;
- регулирование качества архивного видео – степени компрессии видеоинформации;
- быстрый поиск движения в определенной зоне с заданными параметрами;
- гибкая настройка по заданным параметрам (скорость движения, размер объекта, продолжительность движения, точное время);
- интеллектуальное детектирование движения (высокая устойчивость фильтра к осадкам, помехам и шумам, детектирование скорости, направления движения, пройденный путь и размеры движущегося объекта, контроль пересечения границ объектами, контроль нахождения объектов в зоне).

Для осуществления задач СОВ должна обладать необходимым набором свойств.

По степени детализации изображения в системе должны присутствовать:

- обнаружение объекта наблюдения;
- фокусировка, резкость, контрастность, цветность, усиление и т.д.;
- сопровождение движущегося объекта;
- распознавание, идентификация (размеры, оставленные предметы, лицо в кадре, обнаружение задымления, пламени и т.д.);
- распознавание действия (превышение скорости движение и т.д.).

Выбор видеоаналитики определяет задачи автоматического управления и способствует созданию цельной интегрированной системы и напрямую зависит от вычислительной мощности и состава аппаратной части оборудования [2].

Наиболее значимыми алгоритмами видеоаналитики в СОВ являются:

- технология контроля периметра, которая используется в системах, контролирующих участки периметра с значительной протяженностью. В этой технологии применяется алгоритм реакции на форму, скорость движения и местоположение объекта, пересечение линии, зоны;
- идентификация номеров, которая используется для распознавания автомобильных знаков, номеров вагонов и т.д.;
- формирование траектории движения объекта по охраняемой зоне, при этом в кадре возможна прорисовка кривой линии, точно по движению объекта.

Особенности поиска видеоархива в системе зависят от встроенных и установленных программных модулей видеоаналитики следующие:

- поиск по заранее настроенным правилам детектора движения системы. К параметрам контроля можно отнести размер, форму и количество объектов, скорость, направление движения, пересечение линии, нахождение и пересечение зоны или остановку в области.

Необходимо наличие аудиосигнала, воспроизводящегося как реакция на событие. Аудиосигнал модуля службы оповещения реализуется аппаратным способом (тревожный выход с последующей передачей на исполнительное устройство) или посредством программного модуля. Существует еще ряд задач, выполняемых модулем службы оповещения: вывод текстового сообщения на экран, на электронную почту, речевое оповещение, оповещение по SMS.

В общем случае на выбор оборудования для решения обозначенных задач влияют такие факторы, как расстояние до объекта, конфигурация территории, условия наблюдения (погодные, время суток, условия освещенности) и т.д.

Для расчета основных параметров системы охранного видеонаблюдения необходимо выработать методику.

В начальной стадии разработки СОВ необходимо определить области видеоконтроля, приоритетные зоны обнаружения, точки расположения видеокамер. Для этого требуется расчет ряда параметров: расчет угла поля зрения видеокамеры, определение расстояния от камеры до объекта наблюдения, определение фокусного расстояния объектива, определение размера «мертвой зоны» под видеокамерой, определение минимального размера объекта наблюдения и плотности пикселей.

Видеокамера как подобие человеческого глаза имеет определенное поле зрения. Это поле можно вычислить определенными геометрическими соотношениями [3].

Объект наблюдения имеет определенную ширину W и высоту H , находясь на расстоянии D от объектива камеры. Помимо этих параметров сцены наблюдения, на выбор фокусного расстояния объектива влияет и размер светочувствительной матрицы (от 1/4 до 1/2 дюйма – наиболее часто применяемые форматы).

Размеры сцены наблюдения, отображаемой на светочувствительном элементе камеры, обратно пропорциональны фокусному расстоянию. На рис. 2 показана матрица шириной h (горизонтальный размер) и высотой v (вертикальный размер), а также проекция прямоугольного сенсора на объект, находящийся на расстоянии D от объектива, ширина сцены W , высота H .

На рис. 2 показаны зависимости размеров сцены W и H , формата матрицы и значений горизонтального α_H и вертикального α_V углов поля зрения. Ширина сцены W определяется из подобия треугольников:

$$\frac{h}{W} = \frac{F}{D}, \quad W = \frac{h}{F} \cdot D, \quad (1)$$

где h – размер матрицы по горизонтали; W – ширина сцены; F – фокусное расстояние объектива; D – расстояние от объектива камеры до сцены.

v = ВЕРТИКАЛЬНЫЙ РАЗМЕР МАТРИЦЫ
 h = ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ РАЗМЕР МАТРИЦЫ

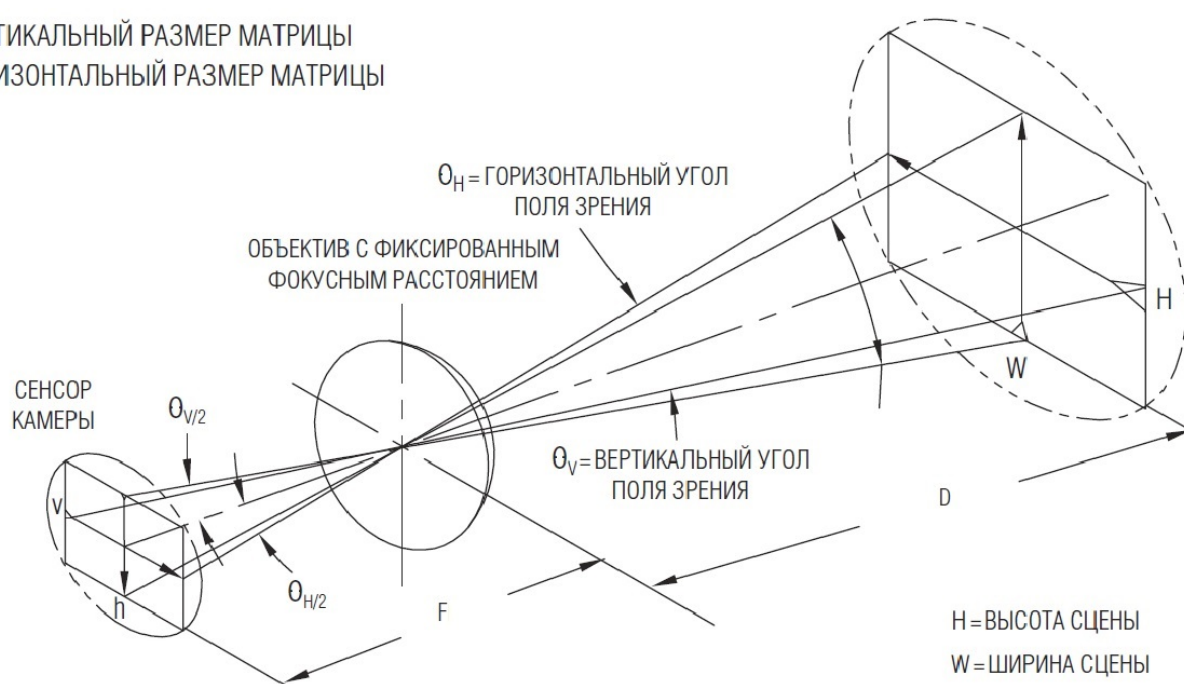


Рис. 2. Геометрические характеристики оптической структуры видеокамеры

Тогда горизонтальный a_H и вертикальный a_V углы поля зрения будут находиться следующим образом:

$$\operatorname{tg} \frac{a_H}{2} = \frac{h}{2F}, \quad \frac{a_H}{2} = \operatorname{arctg} \frac{h}{2F}, \quad a_H = 2 \operatorname{arctg} \frac{h}{2F}, \quad a_V = 2 \operatorname{arctg} \frac{v}{2F}, \quad (2)$$

где a_H – горизонтальный угол поля зрения; a_V – вертикальный угол поля зрения; v – размер матрицы по вертикали.

Высота сцены H рассчитывается из подобия треугольников:

$$\frac{v}{H} = \frac{F}{D}, \quad H = \frac{v}{F} D. \quad (3)$$

Планируя зоны видеоконтроля, можно определить горизонтальные и вертикальные углы обзора видеокамеры. Для этого нужно знать параметры геометрии, такие как расстояние до объекта, поле зрения по горизонтали, поле зрения по вертикали.

Реальная зона обзора видеокамеры в горизонтальной плоскости представляет собой не треугольник, а трапецию, основания которой составляют ближняя и дальняя зоны.

Важным вопросом при разработке системы видеонаблюдения является учет невидимой («мертвой зоны») под видеокамерой.

При установке видеокамер на опору возникает «мертвая зона», начинающаяся непосредственно от опоры, на которую установлена камера, и нижним лучом угла поля зрения камеры по вертикали α .

Угол β , образованный углом «мертвой зоны» и углом зрения объектива по вертикали, рассчитывается по формуле

$$\beta = \operatorname{arctg} \frac{D}{h-H} - \frac{\alpha}{2}, \quad (4)$$

где D – расстояние до объекта контроля; H – поле зрения объектива по вертикали; α – угол зрения камеры; h – высота установки видеокамеры.

Размер «мертвой зоны» L определяется из формулы

$$L = L_1 + L_2 = L_1 + h \cdot \operatorname{tg} \left(\beta - \frac{\alpha}{2} \right), \quad (5)$$

где β – угол между оптической осью камеры и вертикалью; L_1 – расстояние объектива видеокамеры от поверхности ее крепления; L_2 – размер невидимой зоны без учета удаления точки установки камеры от вертикальной поверхности крепления.

Для осуществления проекта СОВ требуется методика разработки схемы расположения видеокамер и трассировки кабеля, которая реализуется в ряде случаев программными средствами [4].

Так, моделирование программным средством IP Video System Desing Tool (IVSDT), включающим автоматические функции проектирования, значительно ускоряет процесс разработки системы.

В зависимости от конфигурации плана объекта количество и размещение камер зависит от конкретных задач, определяемых для каждой из них. В случае охранной функции на объекте видеокамеры должны выполнять задачи контроля периметра, общей территории, въездов, проходов с возможностью детализации, осуществляя при этом и функции сигнализации.

IVSDT – специальный инструмент, обладающий рядом возможностей, необходимых для построения систем видеонаблюдения. Автоматический расчет геометрических параметров видеокамер (угол обзора и наклона камеры, мертвые зоны и т.д.) в реальном времени позволяет быстро определить количество камер и определить их места расположения.

На рис. 3 показан фрагмент разрабатываемой системы СОВ. Причем 3D-визуализация проектируемой видеокамеры и ее необходимые характеристики были использованы (из включенной в программу базы данных) по выбранной спецификации.

Так, 3D-моделирование позволяет выполнять расчеты системы СОВ, оценить длину (трассировку) кабелей, отобразить на плане зоны идентификации, распознавания, детектирования на основе плотности пикселей, смоделировать весь исследуемый объект в трехмерном пространстве для выяв-

ления мертвых зон, сгенерировать отчет о параметрах системы видеонаблюдения в графическом и табличном виде и многое другое.

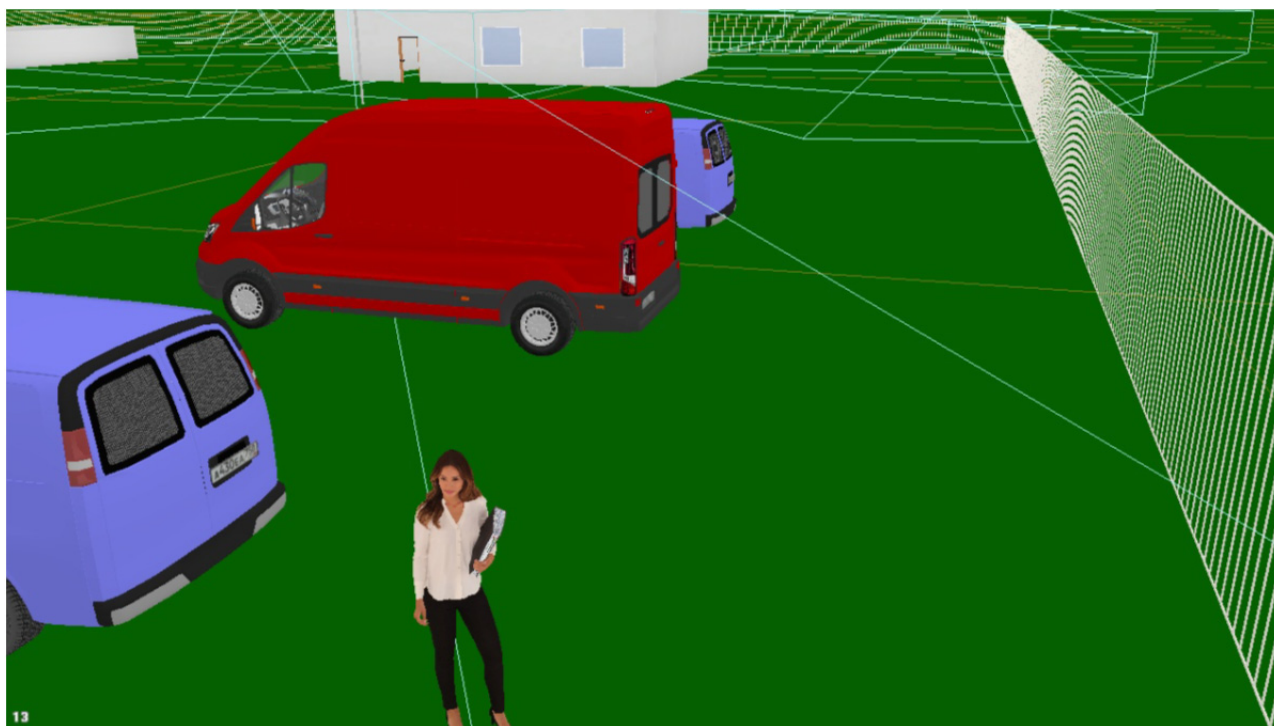


Рис. 3. Пример моделирования визуализации углов обзора в среде IVSDT для определения геометрических параметров и размещения видеокамер

Визуальное представление изображения с виртуальной видеокамеры позволяет оперативно оценить зону интереса и скорректировать ее геометрические параметры, исключая «мертвые зоны» под камерами.

База данных характеристик видеокамер согласно их спецификации насчитывает около сотни единиц и постоянно обновляется. Разработка трассировки кабельных линий реализует ограничения длины кабеля витой пары для локальной вычислительной сети (в случае использования IP камер – не более 100 м), таким образом оптимально корректируются узлы коммутации и места их расположения, что способствует последующему формированию структурной схемы локальной вычислительной сети в целом.

Моделирование визуализации пространственного разрешения (ПР) как один из методов проектирования СОВ требует нахождения такого расстояния от камеры до объекта, на котором количество пикселей на 1 м ширины сектора составляет наперед заданное значение.

Визуализация ПР разграничивает зону обзора на регионы в зависимости от последовательно изменяющегося значения критерия заданного типа. В качестве основных критериев обнаружения выступают российский стандарт Р 78.36.008–99 и европейский EN 62676-2015, которые устанавливают часть высоты кадра, занимаемой человеком среднего роста (от 1,64 до 1,76 м).

Для требуемой вероятности обнаружения вторжения (в случае охраны периметра) определяются критериями решения задачи мониторинга, детекции или обзора (рис. 4).

Моделирование визуализации ПР характеризуется регионами, распределяясь по цветам, решая задачи оптимального размещения видеокамер на объекте, исключая тем самым «мертвые зоны».

В процессе определения зон видеоконтроля для коррекции детектора движения определяются виртуальные линии детекции пересечения или зоны, которые, в свою очередь, позиционируются как устройства сигнализации для оповещения оператора о тревожных событиях. Это в целом позволяет обеспечить надежную работу детектора движения и свести к минимуму его ложные срабатывания.

Находясь в постоянном развитии, огромные функциональные возможности систем видеонаблюдения позволяют решить проблемы безопасности в широком спектре народного хозяйства (в производственных, экономических и других областях), обеспечивая таким образом высокую эффективность и качество выполняемых задач.

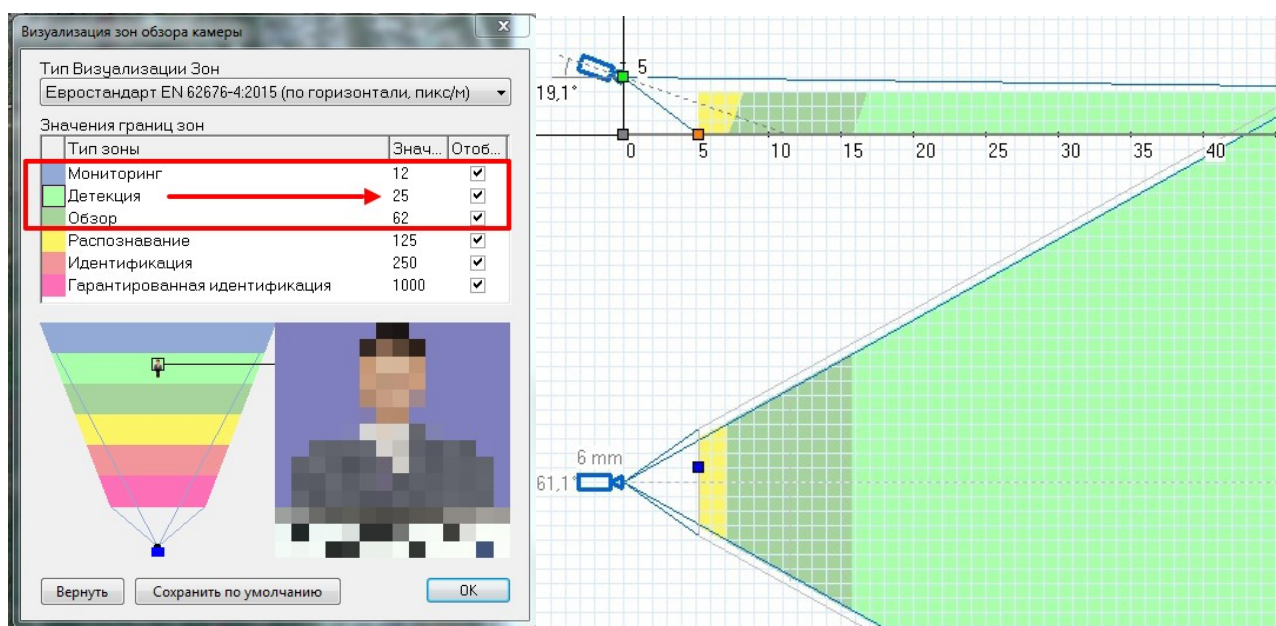


Рис. 4. Моделирование визуализации ПР для выявления необходимых зон детектирования (основная зона детектирования 25 пикс/м) и вычисление геометрических параметров видеокамеры

Библиографический список

1. Пескин, А. Е. Системы видеонаблюдения. Основы построения, проектирования и эксплуатации / А. Е. Пескин. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2013. – 256 с.
2. Руководство администратора. – URL: <https://www.dssl.ru/support/tech/documentation/po-trassir/> (дата обращения: 02.10.2019).
3. Кругль, Г. Профессиональное видеонаблюдение. Практика и технологии аналогового и цифрового CCTV : пер. с англ. / Г. Кругль. – 2-е изд. – Москва : Секьюрити Фокус, 2011. – 640 с. – (Энциклопедия безопасности).
4. JVSG: CCTV Design Software. – URL: <http://www.jvsg.com> (дата обращения: 09.10.2019).

Образец цитирования:

Козлов, В. В. Особенности разработки современных систем охранного видеонаблюдения / В. В. Козлов, А. Ю. Козлов // Инжиниринг и технологии. – 2019. – Vol. 4(2). – С. 1–7. – DOI 10.21685/2587-7704-2019-4-2-3.