

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
Некоммерческое акционерное общество  
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Кафедра Радиотехники и информационной безопасности  
«ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ»

Зав. кафедрой доцент, к.т.н. Сетимова Е.Г.  
(учёная степень, звание, Ф.И.О.)

«    »      201   г.  
(подпись)

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

На тему: Влияние спектральной составляющей подсветки на основные характеристики видеоканера

Специальность 6M071900 Радиотехника, электроника и телекоммуникации  
Выполнил(а) Туржанова Карина Мурашовна Группа МРЭИ-15-2  
(Ф.И.О.)

Научный руководитель доцент, к.т.н. Сетимова Е.Г.  
(учёная степень, звание, Ф.И.О.)  
[Подпись] «06» июня 2017 г.  
(подпись)

по применению вычислительной техники:

доцент, Куликов А.А.  
(учёная степень, звание, Ф.И.О.)  
[Подпись] «06» июня 2017 г.  
(подпись)

Нормоконтроллер: доцент, Куликов А.А.  
(учёная степень, звание, Ф.И.О.)  
[Подпись] «06» июня 2017 г.  
(подпись)

Рецензент: профессор, доктор технических наук Шынгалиева Т.А.  
(учёная степень, звание, Ф.И.О.)  
«    »      201   г.  
(подпись)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
Некоммерческое акционерное общество  
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Факультет Радиотехники и связи

Кафедра Радиотехники и информационной безопасности

Специальность 6М071900 – Радиотехника, электротехника и телекоммуникации

**ЗАДАНИЕ**

на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Туржановой Карине Муратовне  
(Ф.И.О.)

Тема диссертации Влияние спектральных составляющих подсветки на основные характеристики видеоканалов

Утверждена приказом по университету № 148 от «24» 10 2016 г.

Срок сдачи законченной диссертации « 29 » 5 2017 г.

Исходные данные к диссертации (требуемые параметры результатов исследования (проектирования) и исходные данные объекта): Видеоканалы:

ЭВ-2019P: чувствительность – 0,5 мк/Ф1.2; разрешающая способность – 420 ТВЛ; отношение сигнал/шум 48 дБ; цветная, без ИК-подсветки. ВНТ ВС45В-230: 0,03 мк/Ф1.4; 420 ТВЛ, 48 дБ, черно-белая, подсветка ИК.

ТАТ-603S – цветная, 0,8 мк/Ф1.2; 380 ТВЛ, 48 дБ, подсветка отсутствует

ВИНАН АН-149С-3: шум/помехи; 600 ТВЛ, 48 дБ, ИК-подсветка отсутствует

Перечень вопросов, подлежащих разработке в магистерской диссертации, или краткое содержание магистерской диссертации:

Определить основные параметры видеоканалов и методики их измерения; привести подробное описание работы лабораторного стенда, перечислить необходимой аппаратуры; провести оценку чувствительности видеоканалов с помощью программного продукта

получить экспериментальное подтверждение пригодности разработанной методики.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): В магистерской диссертации Давкина Баты представлено диаграммы, отражающие значения напряжений, снятые с осциллографа, и показания мксметра при подаче различного напряжения питания на подсветку различных диалязов. Давкина Баты представлены блок-схема экспериментальной установки, а также структурная схема подключения различных видов подсветки

Основная рекомендуемая литература:

1. Давкина Баты В. СВТ. Базисная видеонаблюдения. Цифровые и сетевые технологии / Пер. с англ. ООО "Ай-Тех-Экспресс", 2006 - 480 с.
2. Куликов А.Н. Реальная разрешающая способность телевизионной видеокамеры. Специальная техника, 2.-2002
3. ГОСТ 26320-84. Оборудование телевизионное студийное и внештудийное. Методы субъективной оценки качества цветных телевизионных изображений

Консультации по диссертации с указанием относящихся к ним разделов диссертации

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Основная часть	доцент к.т.н. Ватникова Е.Г.	09.01.17 - 25.05.17	
Применение вентиляторной техники	доцент Куликов А.А.	09.01.17 - 25.05.17	



## **Аңдатпа**

Осы магистрлік диссертация аясында сәулелендіргіштің спектрлік құраушыларының бейнекамераның негізгі параметрлеріне әсерін зерттеуге байланысты бірқатар мәселелер зерттеледі. Бейнекамералардың сезімталдығын арттыру шешімін тудырған сезімталдықты (минималды жарықтандыру) бағалау жүргізілді. Белгілі бір пропорцияда ақ түс беретін қызыл, көк және жасыл жарықдиодты сәулелендіргіштерден тұратын, екі өлшемді матрицадан құралған жарық беруші құрылғы әзірленді.

## **Аннотация**

В рамках данной магистерской диссертации изучается ряд вопросов, связанных с исследованием влияния спектральных составляющих подсветки на основные параметры видеокамеры. Проведена оценка чувствительности (минимальной освещенности) видеокамер, которая дала решение по повышению чувствительности видеокамер. Разработано устройство подсветки, которое содержит двухмерную матрицу, состоящую из красных, синих и зеленых светодиодных излучателей света, дающих белый свет в определенной пропорции.

## **Annotation**

The results of experiments on investigate the influence of the spectral components of the backlight on the main technical characteristics of video camera are given in this master work. The sensitivity (minimum illumination) of the video cameras was evaluated, which gave a decision on increasing the sensitivity of video cameras. A backlight device was developed that contains a two-dimensional matrix consisting of red, blue and green light emitted diodes that give white light in a certain proportion.

## Содержание

Введение	7
1 Обзор литературы	10
1.1 Основы теории получения изображения	10
1.2 Типы видеокамер	14
1.3 Функциональные возможности	20
1.4 Основные технические показатели видеокамеры	21
2 Использование осветителей в системах охранного телевидения	28
2.1 Характеристики и критерии выбора ИК-подсветки для камер видеонаблюдения	29
2.2 Определение дальности подсветки инфракрасного излучателя	30
2.3 Как работает ИК подсветка	32
2.4 Использование RGB светодиодов в видеонаблюдении	33
3 Причины, влияющие на снижение реальной разрешающей способности телевизионных систем	35
3.1 Разрешающая способность телевизионной камеры и число элементов фотоприемника	35
3.2 Недокументированный параметр телекамер – глубина модуляции сигнала на частоте максимального разрешения	38
3.3 Потери разрешающей способности и глубины резкости в объективах с автоматической диафрагмой	40
3.4 Потери разрешающей способности в кабельной сети	43
3.5 Потери разрешающей способности в мультиплексорах, видеомагнитофонах, платах ввода изображения в компьютер и видеомониторах	43
4 Расчет основных параметров видеокамеры	46
4.1 Расчет мертвой зоны	46
4.2 Угол обзора по горизонтали	50
4.3 Расчет фокусного расстояния	53
5 Оценка чувствительности видеокамеры с помощью программного продукта VideoCAD 8	55
5.1 Определение чувствительности видеокамеры QH-1139C-3 с разрешающей способностью 600 ТВЛ	55

5.2	Определение чувствительности цветной видеокамеры JN-2019P с разрешающей способностью 420 ТВЛ	62
5.3	Определение чувствительности черно-белой видеокамеры VHT VC45B-230 с разрешающей способностью 420 ТВЛ	66
5.4	Определение чувствительности цветной видеокамеры TAT-603S с разрешающей способностью 380 ТВЛ	71
6	Описание работы стенда и ориентировочный перечень проводимых работ	76
6.1	Оценка качества видеосигнала от спектральных составляющих подсветки	76
6.2	Основные технические характеристики используемого оборудования	79
6.3	Устройство подсветки видеокамеры на основе управляемых RGB светодиодов	82
6.4	Экспериментальное подтверждение правильности выбранной методики исследования	85
6.4.1	Определение чувствительности цветной видеокамеры QIHAN QH-1139C-3 с разрешающей способностью 600 ТВЛ	85
6.4.2	Определение чувствительности цветной видеокамеры TAT - 603S с разрешающей способностью 380 ТВЛ	88
6.4.3	Определение чувствительности черно-белой видеокамеры VHT VC45B-230 с разрешающей способностью 420 ТВЛ	90
6.4.4	Определение чувствительности цветной видеокамеры JN – 2019P с разрешающей способностью 420 ТВЛ	92
6.5	Теоретическое обоснование результатов определения чувствительности видеокамер	94
6.6	Сравнение уровней выходных сигналов цветной видеокамеры TAT – 603S, 380ТВЛ при использовании различных типов источника подсветки белого цвета	94
	Заключение	99
	Список использованной литературы	101
	Приложения	103
	Приложение А1 Справка о наличии публикации в Scopus	103
	Приложение А2 Справка о наличии патента	104
	Приложение А3 Диплом участника Mezinarodni vedecko-praktika	105

conference

## Введение

Видеокамера круглосуточного наблюдения предназначена для наружной установки или использования во внутренних помещениях с низкой освещенностью. В течение светового дня цветные камеры видеонаблюдения обеспечивают передачу цветного изображения. По мере уменьшения освещенности камеры автоматически переключаются в ночной режим [1]. Применяемая в настоящее время инфракрасная (ИК) подсветка или подсветка красного свечения сохраняет или улучшает чувствительность видеокамеры в ночное время, но обеспечивает передачу только черно-белого изображения. При этом изображение, полученное с помощью ИК-подсветки, несколько отличается от видеоизображения, сделанного при использовании подсветки видимого спектра. Черты лица при применении ИК-подсветки часто кажутся искаженными, что делает ее неэффективной [2].

Помимо общего ухудшения четкости, ночью происходит и дополнительная расфокусировка разноудаленных объектов, изображения, которые днем были четко сфокусированными. Расфокусировка происходит не только из-за уменьшения глубины резкости при полностью открытой диафрагме, но и из-за изменения спектрального состава источника освещения (Солнце или искусственное освещение). Особенно сильная расфокусировка происходит ночью при использовании ИК прожекторов [3, 37].

Основное преимущество инфракрасной подсветки заключается в ее невидимости человеческому глазу. По мере увеличения скрытости инфракрасной подсветки, зона видимости видеокамеры уменьшается. Следовательно, инфракрасная подсветка диапазона 940...950 нм (невидимая человеческому глазу) может быть использована только с высоко чувствительными видеокамерами, снабженными объективами высокого разрешения. Фокусирование усложняется во время работы объектива на длинах волн 940...950 нм [4].

Кроме того, камерам с ИК подсветкой свойственно отражение и обратное рассеяние от среды (запыленность воздуха, дождевые капли, снег, туман) [5].

Получение телевизионного (ТВ) изображения в соответствии с требованиями заказчика при соблюдении требований ГОСТ Р 51558-2000 «Системы охранно-телевизионные. Общие технические требования и методы испытаний» [6] является конечной целью при построении систем видеонаблюдения, видеоконтроля и видео защиты. Для этого очень важно правильно определиться с составом оборудования всей видеосистемы. Качество изображения системы видеонаблюдения полностью определяется характеристиками блоков, узлов и элементов, входящих в нее.

**Целью данной работы** является определение возможности повышения помехозащищенности видеокамер в темное время суток за счет использования нетрадиционных устройств подсветки.

**Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи:**

- определить основные параметры видеокамеры и методики их измерения;
- разработать методику для проведения исследовательской работы;
- провести подробное описание работы лабораторного стенда, перечень необходимой используемой аппаратуры, ее характеристики и ориентировочный перечень проводимых работ;
- провести оценку чувствительности видеокамер с помощью программного продукта VideoCAD 8;
- провести экспериментальное подтверждение пригодности разработанной методики.

**Методикой исследования** является комбинированный подход на основе субъективных методов визуальной оценки качества телевизионного изображения согласно ГОСТу 26320-84 [7] и рекомендациям ITU-R В.Т 500-11 и объективных (инструментальных) методов контроля основных характеристик видеокамер в соответствии с ГОСТ Р 51558-2000 [6]. В качестве наблюдаемого объекта используется стандартная телевизионная испытательная таблица с основными параметрами по ГОСТ 14872-82 [8].

**Научная новизна данной работы:**

- Результаты исследования показали, что улучшение основных показателей видеокамер возможно при использовании подсветки белого света, полученного на основе применения красного, синего и зеленого светодиодов в соответствующей пропорции;

**Основные научные положения, выносимые на защиту:**

- повышении чувствительности видеокамеры при генерировании белого света на основе RGB светодиодов по сравнению со светодиодами белого света при сохранении цветности изображения в темное время суток дает увеличение чувствительности в случае проведенных экспериментов на 0.2-0.6 лк.

**Личный вклад автора:**

- постановка задач исследований;
- обзор и анализ основных параметров видеокамеры и методик их определения;
- определение возможных методик для проведения исследовательской работы;
- определение оценки чувствительности видеокамер с помощью программного продукта VideoCAD 8;
- разработка лабораторного стенда;

- проведение лабораторных экспериментальных исследований и оценка полученных результатов.

**Достоверность научных положений подтверждается:**

- результатами лабораторных экспериментальных исследований, подтверждающих теоретические сведения;

- результатами моделирования в среде VideoCAD.

**Практическая ценность работы** заключается в том, что:

- разработан лабораторный стенд, который может быть использован для выполнения учебных и исследовательских работ магистрантами специальности 6М071900 - РЭТ с учетом последних требований Министерства образования и науки РК.

**Публикации.** Основные результаты представлены в 3 работах:

а) The Influence of the Spectral Components of Backlight on the Basic Camera Characteristics // *International Journal of Applied Engineering Research*. – 2017. – V. 12. – Iss. 1. – p. 1 – 6;

б) Review of methods for determination of signal/noise ratio in the video systems // *Научная индустрия европейского континента*. – 2016. – V12. – p. 25 - 31;

в) Влияние спектральных составляющих подсветки на основные характеристики видеокамеры // *Промышленный транспорт Казахстана*. – 2016. - V. 3.– p. 114 – 119.

Получен патент РК на изобретение (KZU2136, G09G/34. Устройство подсветки видеокамеры на основе управляемых RGB светодиодов/ Туржанова К.М., Сафин Р.Т., Артюхин В.В; Заявлено: 25.10.2016; Опубликовано: 17.03.2017.

**Структура и объем диссертационной работы.** Диссертация состоит из введения, 6-и разделов, заключения, списка использованных источников из 38 наименований, содержит 105 страниц компьютерного набора и 3 приложения.

# 1 Обзор литературы

## 1.1 Основы теории получения изображения

Использование видеокамер предоставляет оператору уникальную возможность одновременно видеть на экране видеомонитора изображения из многих, достаточно удаленных мест. В настоящее время в качестве светочувствительного устройства в большинстве систем ввода изображений используются ПЗС матрицы (прибор с зарядовой связью), принцип работы которых заключается в следующем: на основе пластины кремния создается матрица светочувствительных элементов (секция накопления). Каждый светочувствительный элемент имеет свойство накапливать заряды, пропорционально числу попавших на него фотонов. Таким образом, за время экспозиции на секции накопления формируется двумерная матрица зарядов, пропорциональных яркости исходного изображения. Накопленные заряды первоначально переносятся в секцию хранения, а далее строка за строкой и пиксель за пикселем на выход матрицы, преобразуясь затем в видеосигнал. Для камер цветного телевидения матрицы ПЗС с кадровым переносом непригодны из-за недостаточной чувствительности в синей области видимого спектра излучения. Кроме того, они имеют избыточную чувствительность в ближней ИК-области и для получения приемлемого качества цветопередачи требуют использования светофильтров с отсечкой ИК-области спектра [9]. Поэтому в системах безопасности наибольшее распространение получили одноматричные цветные камеры на базе ПЗС со строчным переносом зарядов. Для выделения информации о цвете наблюдаемых объектов на светочувствительную поверхность ПЗС наносят мозаику из кодирующих светофильтров, имеющих прозрачность  $K(\lambda)$  [9].

Cy	Ye	Cy	Ye
Mg	G	Mg	G
Cy	Ye	Cy	Ye
G	Mg	G	Mg
Cy	Ye	Cy	Ye
Mg	G	Mg	G

а)



б)

Рисунок 1.1 - Цветоделительные фильтры цветной матрицы ПЗС: а – пространственное расположение, б – относительные спектральные характеристики

Наибольшее распространение в настоящее время получил мозаичный фильтр из четырёх цветов: жёлтого ( $Y_e = G+R$ ), голубого ( $C_y = G+B$ ), пурпурного ( $M_g = R+B$ ) и зелёного ( $G$ ). Пространственное расположение и спектральные характеристики элементов мозаики приведены на рисунке 1.1, а) и б) соответственно [9]. Такая комбинация цветов уступает по точности цветопередачи классической триаде «красный-зелёный-синий» (RGB), но обеспечивает лучшую чувствительность телекамеры [9]. Для обеспечения высокой чувствительности цветной ТВ-камеры обычно в ней используется режим накопления поля. В результате, из горизонтального регистра матрицы ПЗС для каждого элемента изображения попарно следуют отсчёты смеси цветов, например, для нечётных строк: ( $M_g + C_y$ ), ( $G + Y_e$ ), ( $M_g + C_y$ ), ( $G + Y_e$ ) и т. д., и для чётных строк: ( $G + C_y$ ), ( $M_g + Y_e$ ), ( $G + C_y$ ), ( $M_g + Y_e$ ) и т.д. В дальнейшем выделяется яркостный и цветовой сигналы. Для получения яркостного сигнала для нечётных строк производится следующая операция [9]:  $Y = 1/2[(G+Y_e) + (M_g+C_y)] = 1/2(2B + 3G + 2R)$ . Аналогичный алгоритм обработки, заключающийся в задержке во времени и попарном суммировании отсчётов, применяется и для чётных строк:  $Y = 1/2[(G+C_y) + (M_g+Y_e)] = 1/2(2B + 3G + 2R)$ . При получении цветоразностного сигнала для нечётных строк производится следующая операция:  $(B - Y) = [(G + Y_e) - (M_g + C_y)] = - [2B - G]$ . Для чётных строк алгоритм обработки также заключается в задержке и вычитании попарных отсчётов:  $R - Y = [(M_g + Y_e) - (G + C_y)] = [2R - G]$ . Приведённые выражения для чётных и нечётных строк матриц ПЗС показывают, что в видеосигнале каждой чётной строки матрицы содержится информация о цветах R и G, а в каждой нечётной — B и G. Поэтому при половинной частоте выборки можно отделить один цвет от другого. Эта операция производится в аналоговой форме с помощью отдельной схемы выборки хранения либо в цифровой форме в видеопроцессоре. Из сигналов яркости и цветности затем получают композитный сигнал в системе PAL. Подчеркнём, что разрешающая способность ТВ-камер 480 линий реализуется только при отдельной передаче сигналов яркости и цветности (так называемый выход Y/C). Основные требования к фотоприёмникам для цветных камер охранного телевидения вытекают из требования их совместимости с аппаратурой чёрно-белого отображения и принятыми стандартами видеозаписи. Поэтому число элементов в чёрно-белых и цветных матрицах и тактовая частота их выходного регистра одинаковы. Необходимость передачи сигнала цветности через канал с той же полосой пропускания (примерно, 6МГц) ведёт к сокращению полосы частот яркостного канала. В результате разрешающая способность цветных ПЗС снижается на

20...30% по сравнению с чёрно-белыми с тем же числом элементов. Использование матрицы цветоделительных фильтров уменьшает световой поток, поступающий на элементы матрицы ПЗС [13,35,37,38]. Это обуславливает снижение чувствительности цветных матриц ПЗС на порядок по сравнению с чёрно-белыми при той же площади элемента разложения [9]. Фотоприёмники с координатной адресацией. Считывание электрического сигнала, накопленного под воздействием света может быть осуществлено двухмерной координатной адресацией к элементам фотодиодных или фоторезистивных матриц (рис. 1.2). Поочерёдное подключение каждого из элементов разложения осуществляется с помощью электронных ключей, выполненных по технологии комплиментарных МОП-транзисторов (КМОП). Эти фотоприёмники имеют ряд достоинств по сравнению с ПЗС, хотя и уступают им по качеству изображения. Можно выделить такие свойства КМОП-фотоприёмников, как низкая мощность потребления, возможность считывания произвольного фрагмента изображения, низкая стоимость. Важным преимуществом КМОП-матриц является возможность реализации функций накопления, управления считыванием, квантования и обработки видеосигнала на одном кристалле. В настоящее время освоено производство однокристалльных КМОП-телекамер с непосредственным выходом на шину USB, широко используемую в персональных компьютерах [9].

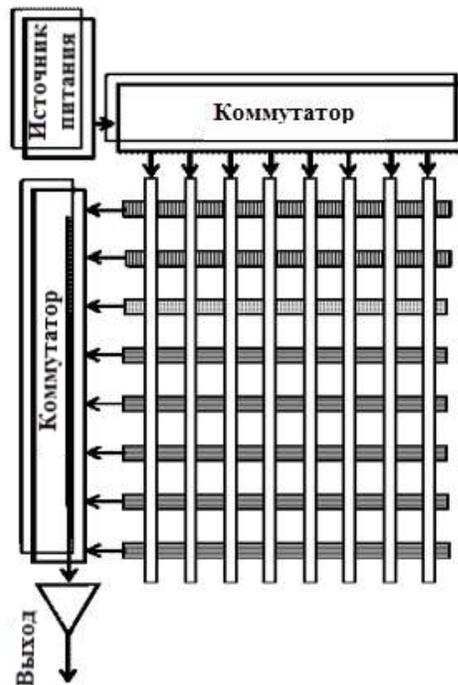


Рисунок 1.2 – Считывание сигнала в фотоприёмнике с координатной адресацией

Основной недостаток КМОП-камер связан пока с их малой чувствительностью, их неоднородностью по массиву элементов, а также с

неоднородностью темновых сигналов. В настоящее время чувствительность КМОП-камер ограничена в первую очередь структурной помехой, на порядок превышающей флуктуационный шум. При компенсации структурной помехи флуктуационный шум КМОП-камер превышает аналогичное значение шума матричных ПЗС в 3—5 раз при одинаковой частоте считывания сигнала. Так как выходной сигнал насыщения у матричных фотоприемников обоих типов соизмерим, то в настоящее время КМОП-камеры имеют меньший динамический диапазон, чем ПЗС-камеры. Схемотехнические методы компенсации неравномерных темновых сигналов хорошо освоены в телевизионных системах измерения координат точечных объектов. Поэтому на определенном этапе развития КМОП-телевидения предельная чувствительность камер будет достигаться применением внешних устройств компенсации темновых сигналов; на последующих этапах можно ожидать повышения однородности массива фоточувствительных элементов, как это было достигнуто в ПЗС [9].

Первое поколение КМОП-камер характеризовалось тем, что в них использовался единый усилитель на весь столбец фотодиодов. В камерах второго поколения к каждому фотодиоду был добавлен одностранзисторный буфер, а также введена схема двойной коррелированной выборки (ДКВ) на каждый столбец. Камеры такого типа называются камерами с активным элементом. Отличие третьего поколения КМОП-камер заключается в том, что для стабилизации коэффициента усиления усилителей каждого столбца, расположенных перед схемой ДКВ, используется обратная связь. КМОП-камеры третьего поколения изготавливаются различными фирмами, в том числе не специализирующимися в области телевизионной техники [13,35,37,38]. КМОП-Фотоприёмники с координатной адресацией активно внедряются в системы пассивной оптической локации, в том числе ИК-диапазона, и имеют хорошие перспективы стать главным типом фотоприёмников в прикладном телевидении [9]. Кстати, дискретная структура ПЗС-матрицы является предпосылкой для создания современных цифровых видеокамер, что позволяет их использовать, например, в компьютерных сетях; на выходе таких видеокамер формируется цифровой код (в отличие от большинства существующих в настоящее время видеокамер, на выходе которых имеется стандартный аналоговый видеосигнал размахом 1В). Не следует путать цифровую видеокамеру и видеокамеру с цифровой обработкой сигнала (DSP). Видеокамеры характеризуются специальным параметром, который называется формат ПЗС-матрицы - это не что иное, как округленное значение длины диагонали ПЗС-матрицы, выраженное в дюймах. Например, наиболее популярная в настоящее время матрица 1/3 дюйма имеет размеры: (4,8 x 3,6) мм. Существуют также матрицы 1" - (12,8 x 9,6) мм, 2/3" - (8,8 x 6,6) мм, 1/2" - (6,4 x 4,8) мм, 1/4" - (3,6 x 2,7) мм, причем тенденция такова, что размеры матрицы у современных видеокамер становятся все меньше (это экономически выгодно), а разрешающая способность и чувствительность

видеокамер почти не ухудшаются. Знание формата ПЗС-матрицы необходимо для выбора подходящего объектива - диаметр окружности, в которой отображается сфокусированное объективом изображение, по сути, является диагональю матрицы (так как матрица имеет форму прямоугольника, то на нее приходится только часть кругового изображения; если формат матрицы и объектива совпадают, прямоугольник матрицы точно вписывается в окружность). При выборе видеокамеры следует в первую очередь определиться - видеокамера должна быть цветной или черно-белой, а это, в свою очередь, непосредственно вытекает из технического задания на видеосистему. Следует оговориться, что в одной и той же системе можно одновременно использовать и цветные, и черно-белые видеокамеры (если есть такая необходимость). Как уже говорилось, черно-белые видеокамеры более чувствительные (то есть могут работать при меньшей освещенности, почти в полной темноте) и имеют лучшую разрешающую способность, чем цветные видеокамеры (то есть они способны различать более мелкие детали и удаленные объекты); к тому же, что немаловажно, черно-белые видеокамеры существенно дешевле. Цветные видеокамеры имеют всего одно, но очень существенное преимущество - высокую информативность [13,35,37,38]. И это подчас является решающим аргументом, несмотря на их сравнительно высокую стоимость, а также зависимость качества изображения от типа источника света [9].

## **1.2 Типы видеокамер**

Видеокамера представляет собой электронный оптико-механический аппарат, состоящий из конструктивно объединенных в одном корпусе телевизионной камеры, пишущего видеопроигрывателя и устройства отображения визуальной информации. Иногда в быту видеокамера называется камкордером (camera — камера, recorder — записыватель).

Конструкция видеокамеры включает в себя следующие элементы:

- сама видеокамера;
- объектив;
- термокожух (при необходимости);
- устройство подсветки;
- поворотное устройство.

Виды объектива наглядно представлены на рисунке 1.3.

Классификация видеокамер состоит из следующих типов, которые можно назвать основными:

- Ip - видеокамеры. Используются для передачи получаемых данных через локальные компьютерные сети и Интернет;
- Wi-Fi - видеокамеры. Необходимы для построения беспроводных систем, и в случае затруднительной прокладки кабеля;

- GSM - видеокамеры. Обычная видеокамеры, использующая для передачи данных сети мобильной сотовой связи;
- проводные аналоговые видеокамеры.

Самыми простыми в данном списке устройств являются проводные видеокамеры, в которых для передачи видеосигнала используется коаксиальный кабель.

Кроме того, бытовые видеокамеры можно классифицировать по формату видеозаписи, типу и цветности видискателя, количеству светочувствительных матриц и режиму их сканирования, кратности вариообъектива, наличию и типу стабилизатора изображения, характеру записываемого и воспроизводимого звука, способу фокусировки объектива, способу установки баланса белого цвета и другим признакам.



Рисунок 1.3 – Классификация объектива видеокамеры

По формату видеозаписи видеокамеры подразделяются на аналоговые и цифровые. К аналоговым видеокамерам относят видеокамеры следующих форматов: VHS, Super VHS и их модификаций (VHS-C, S-VHS-C), Video 8, Video-Hi 8. К цифровым видеокамерам относят видеокамеры D-VHS, Digital 8, mini-DV, Micro MV и DVD.

В DVD-видеокамерах снимаемое изображение записывается на mini DVD-диск диаметром 8 см. Для записи информации на Micro Mv- и DVD-видеокамерах используется стандарт сжатия MPEG-2. Цифровые видеокамеры отличаются более высоким качеством изображения и звука, миниатюрностью и интегрированностью с компьютером, а, следовательно, и более широкими функциональными возможностями, и эргономичностью.

По типу видоискателя различают видеокамеры с электронным и жидкокристаллическим видоискателем, по цветности видоискателя — с черно-белым и цветным видоискателем.

Цветной жидкокристаллический экран, который можно установить под любым углом к корпусу, существенно расширяет операторские возможности.

В зависимости от количества светочувствительных матриц и режима их сканирования видеокамеры подразделяются на одноматричные, двухматричные и трехматричные с чересстрочным и прогрессивным сканированием.

Наиболее высоким качеством изображения отличаются видеокамеры с тремя светочувствительными матрицами и прогрессивным сканированием.

По типу стабилизатора изображения видеокамеры можно выделить видеокамеры с оптическим стабилизатором и цифровым стабилизатором, которые предназначены для обеспечения стабильности изображения при произвольных колебаниях видеокамеры.

По характеру записываемого и воспроизводимого звука видеокамеры бывают монофоническими и стереофоническими. Цифровые видеокамеры являются стереофоническими.

По способу фокусировки объектива и настройки баланса белого цвета, видеокамеры подразделяются на автоматические и видеокамеры, позволяющие осуществлять ручную регулировку фокуса и баланса белого цвета [10].

Кроме того, видеокамеры могут быть черно-белыми, то есть монохромными и цветными, которые более сильно подвержены влиянию помех, но являются более информативными. Монохромные камеры экономичны, обладают более высокой чувствительностью и разрешением.

Нельзя не отметить и комбинированные видеокамеры, работающие в цветном и монохромном режиме. Переключение между режимами производится автоматически, когда требуется большая чувствительность.

Камеры бывают стационарные и поворотные.

**Стационарные камеры** будут смотреть туда куда их направишь при монтаже. Это конечно минус, но при грамотной расстановке камер на объекте этого более чем достаточно.

Однако, бывают случаи, когда необходимо наблюдать обширную зону, а стационарными камерами не обойтись. Здесь приходят на помощь так называемые **поворотные видеокамеры**, они могут просматривать любое пространство вокруг себя и управляться прямо с рабочего места оператора. Нередко используются поворотные видеокамеры, позволяющие захватить большое пространство.

**Модульные.** Они представляют собой плату с установленным на ней объективом. Могут устанавливаться в различные типы корпусов: купольные, антивандальные, гермо (термо) кожухи. По своим возможностям они, зачастую не уступают другим, выглядящем более "солидно", типам камер [11].

**Корпусные.** По сути своей это те же самые модульные конструкции, сразу помещенные производителем в корпус, однако, при наличии различных органов управления, настроек, разъемов, в силу их заводского размещения на корпусе камеры видеонаблюдения, процесс инсталляции становится более удобным [11].

Корпусные модели выпускаются со встроенными и сменными объективами. Последний вариант исполнения предоставляет более широкие возможности по адаптации камеры к различным условиям эксплуатации. Камеры этого вида вполне можно отнести к профессиональным устройствам [11].



Рисунок 1.4 – Виды видеокамер

По внешнему виду корпусные видеокамеры классифицируются как:

- цилиндрические;
- купольные;
- усеченный конус;
- кубические и т.д [11].

По дополнительным функциям камеры можно классифицировать на:

- камеры с инфракрасной подсветкой (IR);
- камеры с динамическим диапазоном (WDR);
- управляемые, поворотные PTZ камеры (Speed Dome);
- Wi-Fi беспроводные камеры [11].

Кроме того, они могут иметь стандартное или миниатюрное исполнение [11].

**Цилиндрические уличные (bullet) камеры.** Термин bullet происходит от сходства внешнего вида камеры с ружейной пулей. Как правило, удлиненные и конические, как цилиндр. Цилиндрические камеры оснащены универсальным монтажным кронштейн, который облегчает процесс установки данных камер.

Цилиндрические уличные камеры могут быть оснащены как фиксированным объективом, так и вариофокальным (переменно фокусным) объективом. Как правило данные камеры комплектуются фиксированным объективом с фокусным расстоянием 3.6 мм. Возможны исполнения и с другими объективами, но 3.6 мм является наиболее распространенным. Благодаря вариофокальным объективам можно регулировать фокусное расстояние непосредственно во время монтажа. Варифокальные объективы для таких камер, бывают как правило 2.8 - 12 мм, что позволит вам или настроить широкий угол обзора (в ущерб качеству) или наоборот сильно увеличить необходимый участок.



Рисунок 1.5 – Цилиндрические уличные камеры

Современные уличные камеры показывают цветную картинку днем, а для ночного просмотра, по датчику освещения включается инфракрасная подсветка и камера переключается в ночной режим (черно-белое изображение). Разрешение таких камер варьируется от 420 до 700 Тв линий, чем больше количество Твл тем качественнее картинка, если вы хотите более детального и качественного изображения (от HD до 4К) вам следует смотреть в сторону цифровых ip-камер или HD-SDI камер.

Bullet камеры содержат ту же электронику, что и другие камеры. В плане качества изображения, ничто не делает данные камеры лучше или хуже, чем, например, купольные камеры. Они отличаются тем что в данных камерах встроена инфракрасная подсветка, а также повышенный уровень погодозащиты IP66 или IP67, иногда система обогрева и охлаждения ну и конечно формой Bullet камеры обычно используют 12 вольт постоянного тока. Однако существуют вариации и на 24 вольта. Исполнение камер Bullet (цилиндрическое) вы можете встретить как в аналоговых, так и в IP и HD-SDI форматах [12].

**Купольные видеокамеры.** Камера видеонаблюдения купольного типа получила свое название из-за внешнего вида. Ее корпус выполняется в виде полусферы – купола. Внутри купола (кожуха) устанавливается видео модуль (объектив, матрица, плата), а также поворотный механизм. Камеры фиксированной установки, естественно, поворотного устройства не имеют [36].



Рисунок 1.6 – Купольные видеокамеры

**Поворотная видеокамера и ее преимущества.** В задачу видеокамер входит захват как можно большего пространства, поэтому для расширения обзора нередко применяются поворотные видеокамеры, обладающие рядом положительных качеств:

- возможность охватить большую площадь открытого пространства;
- поворачивается в разные стороны, что позволяет отследить перемещение людей, машин либо других движущихся объектов;
- разнообразные размеры;
- высокая безопасность поворотной видеокамеры;
- широкий спектр использования: внутри и снаружи помещения;
- возможность работы при высокой температуре, свыше сорока градусов по Цельсию;
- простота эксплуатации;
- надежное металлическое защитное покрытие;



Рисунок 1.7 - Поворотные видеокамеры

**Проводные видеокамеры.** Явным недостатком проводных камер видеонаблюдения является необходимость создания кабельной инфраструктуры. Это достаточно дорогостоящий вид работ при установке системы видеоконтроля, составляющий значительную часть сметных расходов. Тем не менее проводное

оборудование пользовалось и будет пользоваться стабильным спросом у заказчиков и инсталляторов видеонаблюдения и тому есть такие веские причины как:

- его относительно низкая стоимость;
- стабильная работа вне зависимости от окружающей электромагнитной обстановки (с некоторыми оговорками);
- большая дальность передачи видеосигнала по сравнению с беспроводными камерами;
- простота настройки, эксплуатации и обслуживания.

Беспроводные камеры. К беспроводным камерам наблюдения относятся:

- аналоговые;
- Wi-Fi;
- беспроводные WEB камеры;
- GSM камеры видеонаблюдения.

### **1.3 Функциональные возможности**

Функциональные возможности современных видеокамер многообразны. Их можно условно подразделить на основные, специальные, сервисные и монтажные функции [10].

К основным функциям видеокамер относят: запись, воспроизведение, изменение масштаба изображения, контроль за снимаемым изображением, индикацию режимов работы видеокамеры.

К специальным функциям относят режимы программного управления экспозицией: "полный автомат", "спорт", "портрет", "сумерки", "пейзаж", а также такие режимы, как "сепия", "монотон", "негатив", "переходы через затемнение", "переходы через мозаику", "запись с интервалами" и другие подобные функции [10].

Режим "Сепия" (Sepia) позволяет осуществлять запись в золотисто-коричневом тоне; "монотон" (B&W) — в черно-белом виде, "негатив" (Negativ) — в "обратном друг другу" расположении цветов. "Переходы через затемнение" (Fader) — позволяют получить плавное изображение или его исчезновение через черное затемнение, "запись с интервалами" (Time lapse) — осуществлять последовательную запись кадров через установленные промежутки времени [10].

К сервисным функциям относят автоматическое включение осветителя, автоматический перевод видеокамеры из режима записи в режим паузы при расположении камеры объективом к земле, автоматическую очистку видеоголовок, стабилизацию изображения, наложение на изображение титров, введение в кадр даты и времени съемки [10].

### **1.4 Основные технические показатели видеокамеры**

Основными показателями качества видеокамер являются разрешающая способность и чувствительность, которые определяются показателями качества объектива, физическими размерами светочувствительной матрицы и количеством составляющих ее элементов (пикселей).

**Разрешающая способность.** Разрешающая способность видеокамеры определяет детальность и четкость изображения, выводимого на устройства обработки получаемого видеосигнала. Измеряется она в так называемых телевизионных линиях (сокращенно – ТВЛ), причем учитывается при этом только разрешение по горизонтали. Как правило, все видеокамеры одного стандарта разрешение по вертикали имеют одинаковое. Стандартные черно-белые видеокамеры обладают разрешением до 420 ТВЛ, цветные – до 460 ТВЛ, а цифровые устройства – до 560 ТВЛ. Чем больше значение ТВЛ, тем лучше и четче будет картинка изображения [13,37].

Таблица 1.1 – Разрешающая способность видеокамер

Тип видеокамеры	Стандарт видеосигнала	Ограничения разрешения по горизонтали
Цветные камеры	PAL	~ 540 ТВЛ
Черно-белые камеры	CCIR	~ 600 ТВЛ
День-Ночь камеры	PAL CCIR	540 ТВЛ - 600 ТВЛ

Разрешающая способность по вертикали – это максимальное число горизонтальных линий (ТВЛ), которое способна передать видеокамера. Это число ограничено стандартом CCIR/PAL до 625 горизонтальных строк и стандартом EIA/NTSC до 525 строк. Реальное вертикальное разрешение (в обоих случаях) далеко от этих значений. Если принимать во внимание кадровые синхроимпульсы, уравнивающие строки и пр., то максимальная разрешающая способность по вертикали оказывается равной 575 строк в CCIR/PAL и 470 строк в EIA/NTSC. Это требует корректировки с учетом фактора Келла – 0.7, и мы получим максимальное действительное вертикальное разрешение в 400 ТВЛ для CCIR/PAL. Для сигнала EIA/NTSC, максимальное действительное вертикальное разрешение соответствует 330 ТВЛ.

Разрешающая способность по горизонтали – это максимальное число вертикальных линий, которые способна передать телекамера. Это число ограничено только технологией и качеством монитора. В наши дни существуют ПЗС-видеокамеры с разрешающей способностью по горизонтали более 600 ТВЛ.

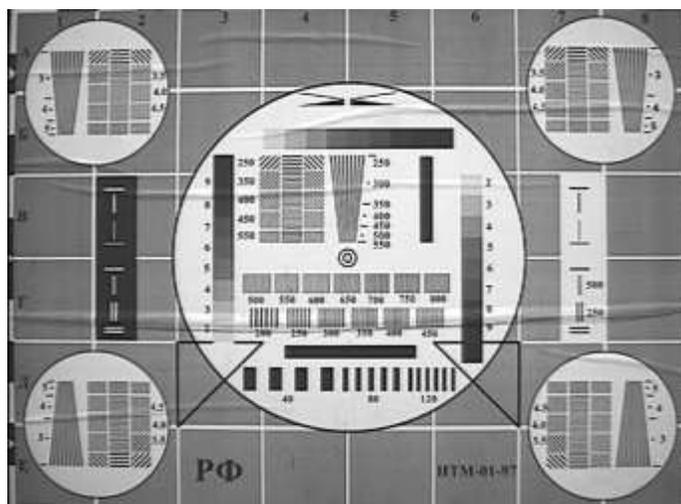


Рисунок 1.8 – Разновидность тестовой таблицы

Горизонтальное разрешение ПЗС-телекамер обычно равно 75% горизонтальных пикселей ПЗС-матрицы. Это результат соотношения сторон 4:3. В частности, подсчитывая вертикальные линии в целях определения горизонтального разрешения, считают только горизонтальную ширину, эквивалентную высоте монитора по вертикали. Идея в основе этого – получить линии равной толщины, как по вертикали, так и по горизонтали. Итак, если будет подсчитано общее количество вертикальных линий по ширине монитора, то их надо умножить на  $3/4$  или  $0.75$ . Поскольку это необычный расчет, то обычно называют горизонтальное разрешение ТВ-линиями (ТВЛ), а не просто линиями.

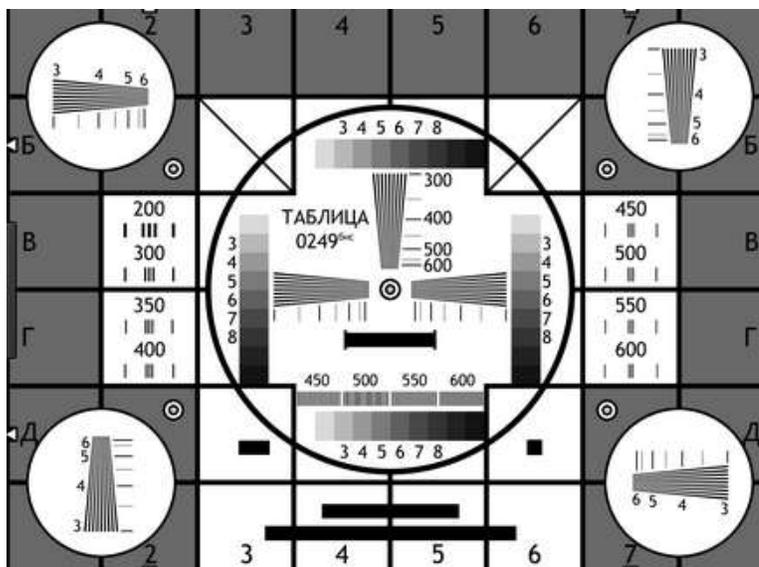


Рисунок 1.9 – Испытательная таблица CCTV Labs

Для оценки разрешения видеокамеры существует ряд тестовых диаграмм. Наиболее популярна таблица EIA RETMA, но для этих целей можно использовать и другие (рисунок 1.9). Здесь важно знать одну вещь: при измерении разрешающей способности кабель, по которому передается видеосигнал, должен быть нагружен на согласующее сопротивление 75 Ом, и изображение на экране должно быть видно полностью, без отсечения краев (что делает большинство видеомониторов). Для этого необходимо использовать специальный видеомонитор высокого разрешения без ограничения раstra. Затем объектив видеокамеры настраивается на наилучшую фокусировку (обычно при среднем значении F-числа: 5,6 или 8), при этом таблица должна полностью находиться в поле зрения. Также должны быть отключены все внутренние корректирующие цепи телекамеры (APY, гамма-коррекция, электронный затвор) [13,37].

**Видеочувствительность.** От параметров чувствительности видеокамер, измеряемой в люксах, зависит качество выдаваемой на приемник картинки. Чем меньше показатель чувствительности, тем меньше камера при работе нуждается в источниках освещения и тем четче получается изображение, выводимое на принимающее устройство [13,37]. Для стандартных черно-белых приборов параметры чувствительности обычно составляют от 0.4 – 0.01 люкс, для цифровых видеоустройств минимальный уровень освещенности может быть около 0.2 - 3 лк, а высокочувствительные устройства, позволяющие снимать глубокой ночью, имеют до 0,00015 лк. Такие показатели позволяют снимать и получать достаточно качественное видеоизображение даже в условиях недостатка света, например, при туманной погоде или же ночью при полном отсутствии света [13,37].

Таблица 1.2 – Освещенность объектов

Освещенность объекта	Значение
Ясный, солнечный день	Более 100 000 люкс
Солнечный день, переменная облачность	70 000 люкс
Облачно, пасмурно	20 000 люкс
Раннее утро	500 люкс
Сумерки	4 люкс
Ясная ночь, полнолуние	0.2 люкс
Ясная ночь, неполная луна	0.02 люкс
Ночь, облачно	0.007 люкс

Чистое небо, безлунная ночь	0.001 люкс
Безлунная ночь, переменная облачность	0.0007 люкс
Безлунная ночь, облачно	0.00005 люкс
В помещении без окон искусственное освещение	100 - 200 люкс
Хорошо освещенные офисные помещения	200 - 1000 люкс



Рисунок 1.10 – Пример съемки видео в одинаковых условиях с разной чувствительностью

**Размер матрицы.** Одной из самых важных технических характеристик видеокамер любых производителей является размер матрицы. Матрица, или ПЗС – это совокупность ячеек, от которых зависит то, насколько профессиональным и четким будет качество изображения. Размер матрицы определяется в дюймах, и чем он больше, тем больше размеры видеокамеры. Наиболее оптимальным и распространенным вариантом являются устройства с размером матрицы от 1/2” до 1/4” [13,37].

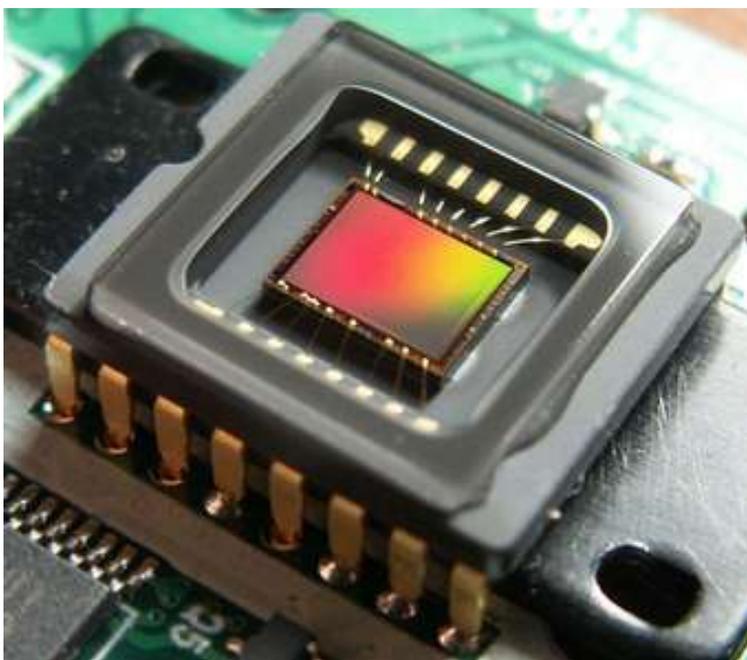


Рисунок 1.11 – Матрица видеокамеры

**Угол обзора.** Угол обзора видеокамеры тот показатель, который определяется фокусным расстоянием объектива. В инструкциях часто этот параметр указывается производителями в градусах. Объектив с широким углом обзора дает возможность получить отличный панорамный вид, но конкретные изображения рассмотреть будет крайне сложно. При использовании же длиннофокусных объективов дальние картинку можно будет рассмотреть детально, но при этом «размазывается» общий фон. Поэтому для наблюдения и съемки удаленных объектов применяются камеры, имеющие объектив с большим фокусным расстоянием (более 28 мм) [13,37].

**Фокусное расстояние.** При выборе видеокамеры нужно учитывать, что ее возможности значительно отличаются от возможностей человеческого глаза. Человеческий глаз является достаточно качественной, хоть и не совершенной системой наблюдения. Однако он дает возможность видеть все, что происходит не только впереди, но и сбоку, с его помощью можно одинаково успешно разглядывать горизонт и близлежащие предметы. Неуправляемая видеокамера работает и охватывает только то, что ей позволяет фокусное расстояние объектива. Поэтому выбор фокусного расстояния также крайне важен при выборе системы наблюдения. Существуют также и объективы с переменным, или так называемым варифокальным изображением. Преимущество их в том, что они позволяют регулировать резкость изображения и настраивать его непосредственно на объекте. Кроме этого, они дают возможность при заранее настроенном диапазоне изменять угол обзора [13,37].

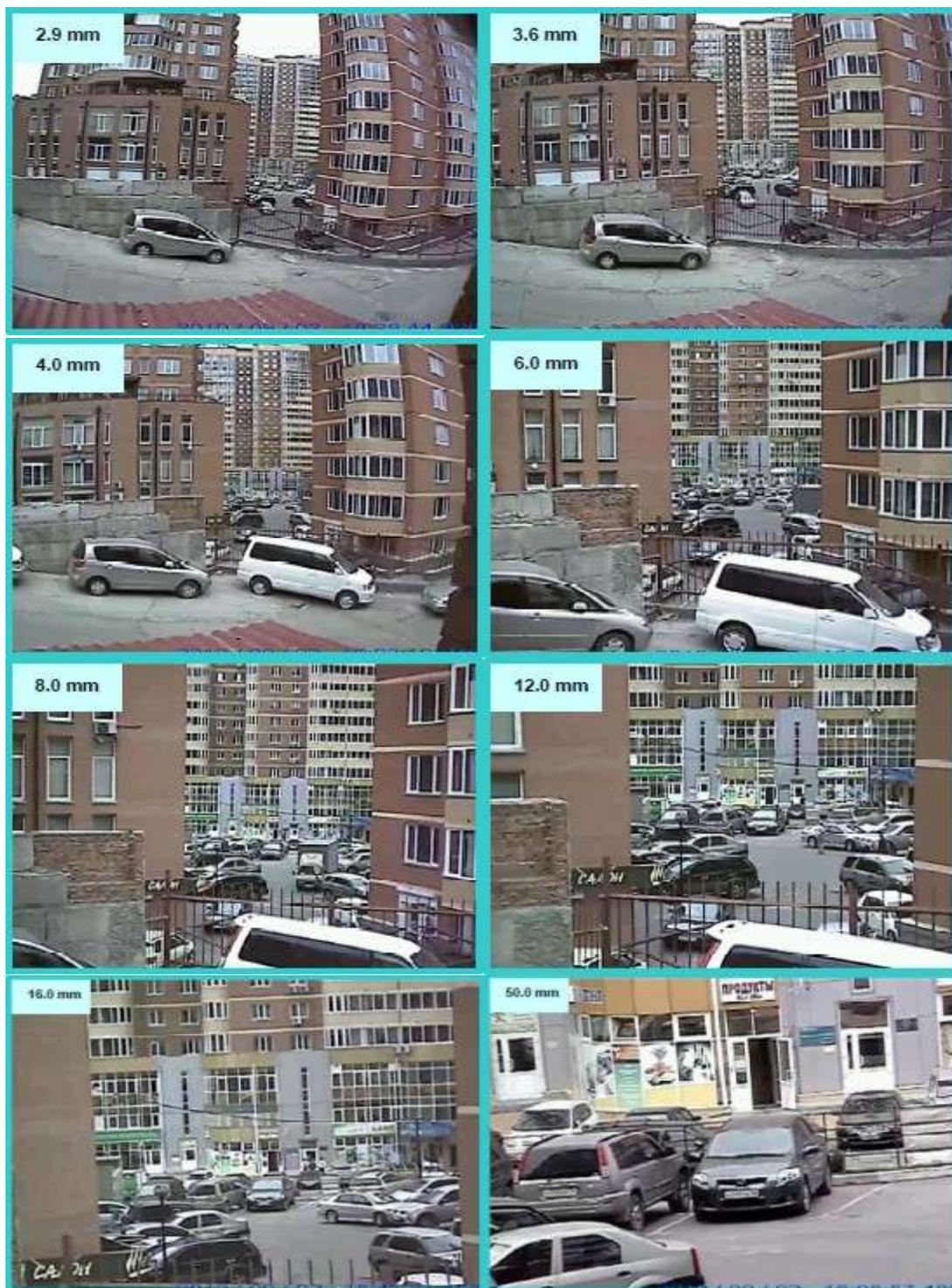


Рисунок 1.12 – Влияние фокусного расстояния на качество изображения

Для наглядности далее приводятся картины с камер видеонаблюдения с различным фокусным расстоянием [13,37].

Обычно производители указывают угол обзора выпускаемой серии видеокамер по диагонали, а не по горизонтали. Для видеоустройств с матрицей

1/2” угол обзора обычно на десяток процентов больше, чем для устройств, в которых матрица составляет 1/4”. Это стоит учитывать при выборе наиболее подходящего видеоборудования, чтобы не переплачивать за дополнительные ненужные опции, но при этом купить качественную технику [13,37].

Таблица 1.3 – Идентификация номера автомобиля в зависимости от фокусного расстояния

Фокусное расстояние объектива, f	Горизонтальный угол обзора, ПЗС–матрица 1/3"	Обнаружение человека	Идентификация человека	Определение номера автомобиля
2.8 mm	86°	до 19 м	до 1.4 м	-
2.9 mm	83°	до 20 м	до 1.45 м	-
3.6 mm	72°	до 25 м	до 1.8 м	-
4.0 mm	67°	до 28 м	до 2 м	до 2.6 м
6.0 mm	48°	до 42 м	до 3 м	до 4 м
8.0 mm	36°	до 56 м	до 4 м	до 5 м
9.0 mm	30°	до 63 м	до 4.5 м	до 6 м
12.0 mm	25°	до 84 м	до 6 м	до 8 м
16.0 mm	17°	до 112 м	до 8 м	до 10 м
25.0 mm	12°	до 175 м	до 12.5 м	до 16 м
50.0 mm	6°	до 350 м	до 25 м	до 33 м
80.0 mm	3.3°	до 560 м	до 40 м	до 53 м
100.0 mm	2.8°	до 700 м	до 50 м	до 66 м
120.0 mm	2.1°	до 840 м	до 60 м	до 80 м



Рисунок 1.13 – Настройка баланса белого

К дополнительным характеристикам видеокамер относятся:

- Отношение сигнал-шум (дБ) - выражает соотношение амплитуд видеосигнала и шума в логарифмической шкале.  $S/N=20 \log$  (видеосигнал/шум). Одним словом,  $S/N=50$  дБ говорит о том, что амплитуда видеосигнала больше амплитуды шума в 316 раз. Это позволяет наблюдать четкую картинку, при значении  $S/N=40$  дБ заметны мелкие помехи, особенно в условиях низкой освещенности. При  $S/N=20$  дБ на экране уже будет сплошная "рябь" [14].

- Электронный затвор (сек) - иным словом время экспозиции матрицы, обеспечивающая среднюю яркость изображения в динамически изменяемой световой обстановке. Это достигается за счет времени накопления заряда в ячейках ПЗС-матрицы, которое при ярком освещении может достигать 1/100000 сек, таким образом имитируя автодиафрагму объектива. Нормальное и максимальное значение время экспозиции матрицы для сигнала CCIR/PAL составляет 1/50 сек, для EIA/NTSC 1/60 сек [14].

- Напряжение питания видеокамер обычно составляет 12В постоянного тока, либо 24/220В переменного [14].

- Синхронизация камер видеонаблюдения бывает 3-х типов. В большинстве случаев применяется внутренняя кварцевая синхронизация. В некоторых случаях в камерах, питающихся переменным током используется синхронизация Linelock, а питающихся постоянным напряжением - внешняя синхронизация [14].

- Компенсация заднего света (BLC) - аппаратная функция, позволяющая наблюдать за объектом, находящимся на фоне яркого света [14].

- Цифровая обработка видеосигнала (DSP) в камерах видеонаблюдения позволяет значительно расширить динамический диапазон, применять детектор движения, осуществлять переключение режима "день-ночь", черно-белого и цветного режима, применить функцию PTZ (ZOOM, смещение зон наблюдения) [14].

## 2 Использование осветителей в системах охранного телевидения

Известно, что черно – белые камеры чувствительны в ближнем ИК-диапазоне, не видимом для человека. Человеческим глазом воспринимается электро-магнитное излучение с длиной волны от 380 до 760 нм, причем в условиях низкой освещенности (ночное зрение) максимум спектра чувствительности человеческого глаза несколько смещается в коротковолновую область. Существенно меняются и условия зрительного восприятия с изменением силы света [15].

По спектральным характеристикам различают видимое, дискретное и квазидискретное освещение. Цветные камеры могут использоваться только с видимым освещением. Квазидискретное освещение, в частности, ИК-осветители, используются совместно с высокочувствительными черно-белыми камерами. Дискретные прожекторы используются вместе с камерами с соответствующей спектральной характеристикой чувствительности (черно-белая камера с соответствующим фильтром) [15].

При наружном видеонаблюдении прожекторы обычно устанавливаются в направлении зоны обзора камеры. Создаваемая прожектором освещенность снижается квадратично увеличению дальности. Причем объект наблюдения отражает в направлении камеры только часть светового потока. Кроме того, следует учитывать угловое распределение силы света в зоне излучения (КСС осветителя) [15].

Тип и световой поток лампы, а также КСС осветителя – это самое главное, что необходимо знать. Требуемая чувствительность камеры определяется через минимальную освещенность сцены. Чтобы связать параметры осветителя с чувствительностью камеры, нужно определить, какую освещенность светильник создает на сцене.

Средняя освещенность площадки, создаваемая падающим на нее световым потоком  $\Phi$ :

$$E = (\Phi/S) \cdot \cos \gamma, \quad (2.1)$$

где  $E$  – освещенность площадки (люкс);

$\Phi$  – падающий на площадку световой поток (люмен);

$S$  – площадь площадки (кв.метр);

$\gamma$  – угол между нормалью к площадке и направлением падения светового потока (градус).

На практике прямую освещенность, создаваемую светильником удобно вычислять из силы света осветителя:

$$E = (I/L)^2 \cos \gamma, \quad (2.2)$$

где  $I$  – сила света осветителя в направлении площадки (кандел);

$L$  – расстояние от светильника до площадки (метр).

Угол освещения, безусловно влияет на получаемое изображение, но большинство целей в системах охранного телевидения представляет собой объемные объекты, и имеют поверхности, расположенные под разными углами [15].

## **2.1 Характеристики и критерии выбора ИК-подсветки для камер видеонаблюдения**

Основные характеристики, по которым выбирают подсветку, это длина волны, дальность обнаружения и угол излучения. Однако часто не последнюю роль играют такие параметры, как напряжение питания и потребляемый ток ИК-прожектора, а также дополнительные функции – наличие фотодатчика, защита от перегрева, скачков напряжения, переплюсовки и так далее [16].

**Длина волны ИК-подсветки.** Человеческий глаз воспринимает свет с длиной волны до 780 нм, а спектральная характеристика светодиодов ИК-подсветки практически полностью находится в ближней области ИК-спектра. Однако некоторая часть излучения светодиодов приходится на видимую (красную) область спектра. Исключение составляет подсветка с длиной волны 940–950 нм – она не видна человеческому глазу [16].

Каждая камера видеонаблюдения имеет спектральную характеристику, которая стандартизирована в видимой области спектра. При этом большинство производителей, как правило, не указывают чувствительность камеры в ИК-диапазоне. Но испытания показывают, что на большой длине волны чувствительность большинства камер падает в 2-3 раза [16].

Поэтому специалисты рекомендуют использовать ИК-подсветки с длиной волны 940–950 нм там, с помощью которых решается задача скрытого видеонаблюдения на малых расстояниях. Подсветка 790–820 нм идеальна для камер с большой дальностью видеонаблюдения, для которых не ставится задача скрытого видеонаблюдения. Наибольшим же спросом пользуется ИК-подсветка с длиной волны 870-880 нм, поскольку она обладает достаточно большой дальностью обнаружения, а генерируемое ею излучение видимого спектра сравнительно слабое [16].

**Дальность обнаружения.** Дальность обнаружения прибора ИК-подсветки – это расстояние, на котором в поле зрения камеры можно чётко определить фигуру человека. Этот параметр зависит от чувствительности камеры и

мощности излучения подсветки, которую можно увеличить, добавляя в прибор подсветки новые светодиоды. Но опыт показал, что увеличение количества светодиодов, равно как и увеличение тока, проходящего через каждый светодиод ИК-подсветки, приводит к увеличению дальности обнаружения только до определенного момента – достижения так называемой «области насыщения». После этого увеличение потока излучения ИК-прибора становится бессмысленным с экономической точки зрения, поскольку ИК-подсветка становится слишком дорогой без существенного увеличения дальности обнаружения [16].

В этом случае дополнительно увеличить дальность обнаружения можно либо за счет увеличения чувствительности и разрешения камеры видеонаблюдения, либо формировать поток ИК-излучения с более узкой диаграммой направленности [16].

**Угол излучения ИК-подсветки.** Величина угла излучения зависит от формы линзы, которая фокусирует ИК-излучение от полупроводникового кристалла. Изменяя форму «купола» линзы, можно уменьшить телесный угол и, соответственно, увеличить силу излучения ИК-подсветки, а значит, и ее дальность обнаружения. Как правило, у светодиодных приборов основной поток излучения сконцентрирован в центральной области светового пятна, а к краям спадает до нуля. Для качественного освещения всего поля наблюдения ИК-подсветка должна иметь угол излучения не меньше угла обзора объектива [16].

## **2.2 Определение дальности подсветки инфракрасного излучателя**

Инфракрасный осветитель обладает таким свойством как распределение светового потока в пространстве, которое можно представить в виде диаграммы пространственного распределения силы света (диаграмма направленности). Данная диаграмма показывает долю излучаемой энергии в выбранном направлении от общей интенсивности. Проще говоря, эта диаграмма говорит о том, насколько эффективно излучатель концентрирует световую энергию в нужном направлении и, по возможности, меньше рассеивает ее других направлениях. Угол излучения источника освещения определяется по диаграмме направленности как угол, образованный лучами, выходящими из точечного источника, проходящими через точки пересечения диаграммы направленности и линии, определяющей уровень половины относительной осевой силы света [17].

Точную диаграмму пространственного распределения силы света можно построить, используя специальный прибор, т.н. гониометр. Грубую диаграмму направленности можно получить с использованием фотодатчика, вручную вращая его в горизонтальной плоскости по радиусу окружности, в центре которой находится светодиод, и регистрируя уровень выхода и угол поворота датчика. Однако на высокую точность такого метода рассчитывать не приходится [18, 39].

Если же рассматривать не весь излучатель целиком, а только один отдельно взятый диод, то типичная диаграмма направленности для него будет выглядеть, приблизительно, следующим образом [18, 39].

Некоторые производители светодиодов предоставляют примерно такую или похожую картинку в качестве графического представления диаграммы направленности светодиода. Отклонения в геометрии линзы, погрешности, внесённые в ходе производства, и старение материала корпуса со временем, могут существенно затронуть оптические свойства светодиодов. Стоит учитывать, что неравномерность диаграммы направленности ИК-излучателя находится в сильной зависимости от конструкции излучателя, качества его производства и угла излучения светодиодов [5].

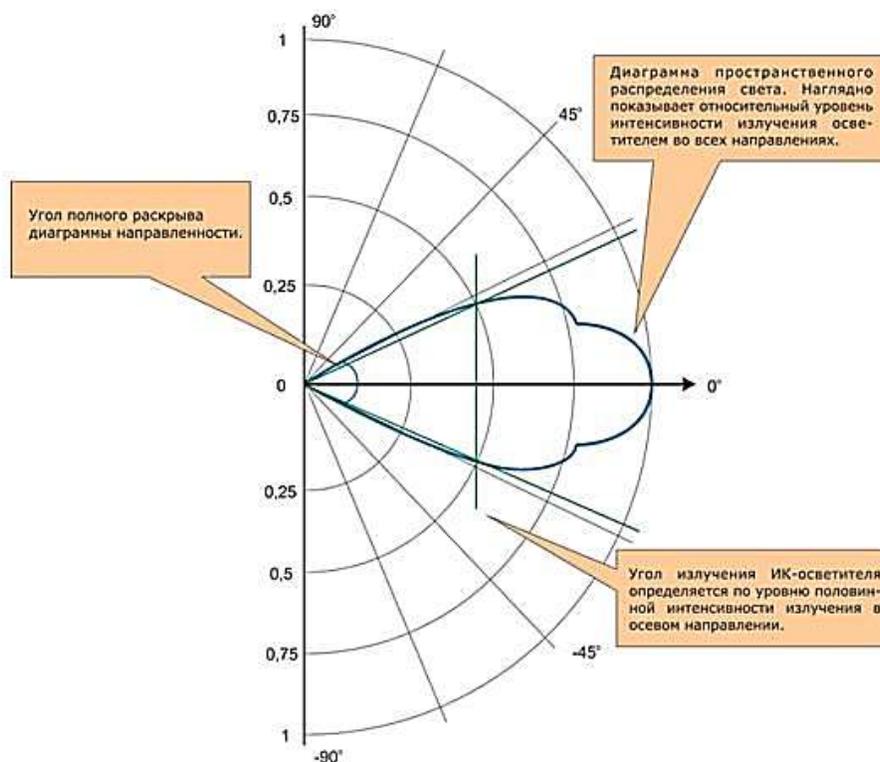


Рисунок 2.1 – Диаграмма пространственного распределения силы света

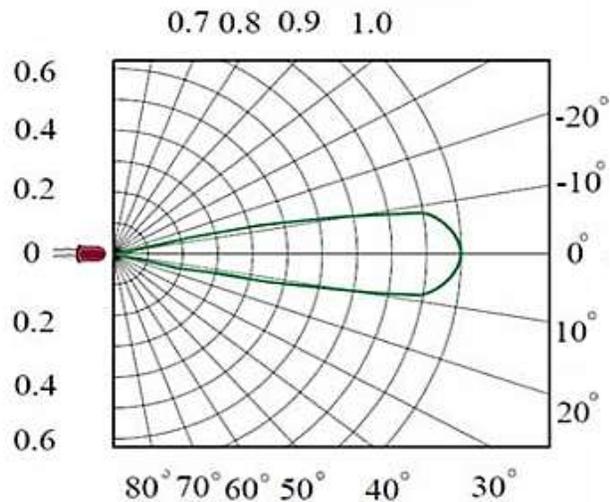
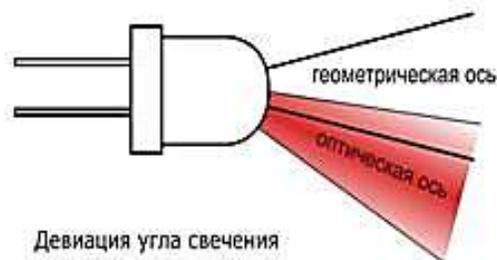


Рисунок 2.2 – Диаграмма направленности диода



Отклонения в геометрии корпуса приводят к тому, что диод начинает посылать свет не в направлении своей геометрической оси, а в стороны, увеличивая рассеяние.

Рисунок 2.3 – Девияция угла свечения

**Сила излучения подсветки.** Сила излучения ИК-прожектора определяется как поток излучения, приходящийся на единицу телесного угла в заданном направлении. Единица измерения – Вт/стер (Ватт на стерадиан) [18, 39].

### 2.3 Как работает ИК подсветка

ИК подсветка используется в тех случаях, когда возникает необходимость организовать охрану объекта в условиях с малой освещенностью и при этом невозможно (неоптимально) использовать дополнительное освещение. Подсветка инфракрасными лучами, будучи невидимой для глаз, обеспечивает необходимую охрану объектов даже в темное время суток [18, 39].



Рисунок 2.4 – Видеокамера со встроенной ИК – подсветкой

Устройство, обеспечивающее подсветку в инфракрасном диапазоне, имеет определенные технические параметры, согласно которым оно подбирается для каждой конкретной системы видеонаблюдения. К основным показателям относят угол освещения, радиус (расстояние, на котором работает подсветка), мощность и частота излучения [18, 39].

Современная промышленность выпускает два типа инфракрасных прожекторов. Первый из них разработан и сконструирован на основе галогенных ламп. Они оснащены инфракрасными фильтрами, работают эффективно, имеют большой радиус действия – более ста метров. К недостаткам такой подсветки относится больше потребление электричества и малый срок эксплуатации (ненадежность) галогенных ламп [18, 39].

Второй тип ИК подсветки – это прожекторы, которые были разработаны на основе светодиодов. Они меньше и легче предыдущих, потребляют меньше электроэнергии, но и радиус их действия меньше [18, 39].

Первый тип ИК подсветки используют для наружных видеокамер, когда необходимо контролировать улицу, площадь, открытую территорию. Второй (светодиодный) тип хорошо работает внутри помещений – в офисах, холлах, на лестничных площадках [18, 39].



Рисунок 2.5 – Типы ИК подсветки

Следует заметить, что «радиус действия» в отношении к ИК подсветке является сложным понятием, так как он зависит и от характера излучения, и от того, насколько широко поле обзора. Чем ниже частота излучения, чем больше поле обзора, тем меньшим будет дальность подсветки [18, 39].

## 2.4 Использование RGB светодиодов в видеонаблюдении

RGB-светодиод - это три близко расположенных светодиода под одной общей линзой: это красный, зелёный и синий, что соответствует его названию. Как правило, светодиодное освещение работает намного лучше, чем традиционные осветительные приборы, такие как галогенные прожекторы и металлогалогенные лампы, по ряду причин, в том числе:

- низкое потребление энергии;
- превосходное качество освещения (равномерное распределение света, без темных или светлых пятен);
- долгий срок службы и надежность (до 100 000 часов - в сравнении с люминесцентными лампами, как правило, последние 10 000 часов, а лампы накаливания 1.000);
- никакого обслуживания (нет ламп, нет времени)
- мгновенное включение;
- гибкость установки и обслуживания;
- высокая производительность и низкое энергопотребление.

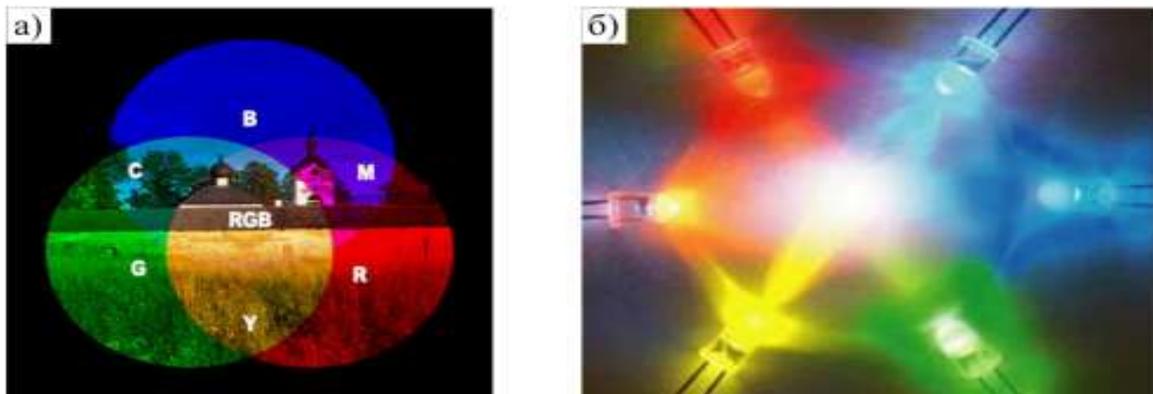


Рисунок 2.6 – Принцип аддитивного смешения трех основных цветов (а).  
Аддитивное смешение излучения светодиодов (б)

LED освещение-идеальное решение для любого применения видеонаблюдения. Одним из основных преимуществ использования светодиодов белого свечения в их возможности применения с камерами монохроматическими, цветными и день/ночь.

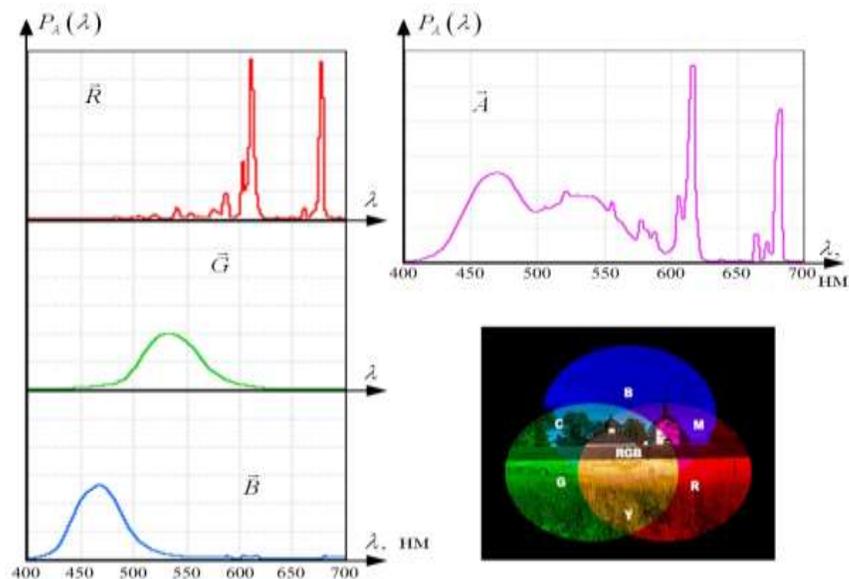


Рисунок 2.7 - Адаптивное сложение цветов

Выбирая между ИК-подсветкой и белым освещением необходимо, в первую очередь, ориентироваться на цель использования. ИК – подсветка обеспечивает большую дистанции, возможность скрытого наблюдения (в зависимости от длины волны). Однако использоваться может только либо с монохроматическими камерами, либо с камерами день/ночь.

Попытки изложения вопроса применения светодиодов в качестве подсветки представлены в работах [19], [20] и [21].

### 3 Причины, влияющие на снижение реальной разрешающей способности телевизионных систем

Проектируя охранную телевизионную систему, обычно принимают в расчет заявленную в паспорте разрешающую способность телевизионной камеры. Исходя из этого, определяют зоны наблюдения и места установки телевизионных камер, вычисляют углы поля зрения и выбирают объективы. Затем покупают мультиплексоры, видеорегистраторы и другие устройства [3, 37].

Монтажники прокладывают кабели, устанавливают телекамеры и аппаратуру, и, наконец, система включается. С первого взгляда, все работает нормально, на мониторах видны изображения помещений и территорий объекта. Но при первом же инциденте выясняется, что лицо нарушителя невозможно различить. Не виден номер въезжающего автомобиля, а иногда невозможно даже различить его марку [3, 37]. В ночное время суток дела обстоят еще хуже: изображения деталей размыты, движущиеся объекты смазаны. В результате, телевизионная система, вместо полноценного наблюдения, предоставляет службе охраны функции, близкие к возможностям обычных охранных датчиков. Происходит это из-за того, что при проектировании системы не учитываются

реальная разрешающая способность телевизионных камер, и ее зависимость от освещенности, глубина резкости, а также потери разрешающей способности в кабельной сети, мультиплексорах, видеорегистраторах и других устройствах. Рассмотрим факторы, влияющие на разрешающую способность телевизионной камеры, работающей в составе охранной телевизионной системы [3, 37, 35].

### 3.1 Разрешающая способность телевизионной камеры и число элементов фотоприемника

Параметр «разрешающая способность» пришел в телевидение из оптики. Первоначально, за предел разрешающей способности, согласно критерию Рэля, понималось расстояние между двумя точками, при котором центр одного пятна совпадает с серединой первого темного дифракционного кольца второго пятна (рисунок 3.1) [3, 35, 37].

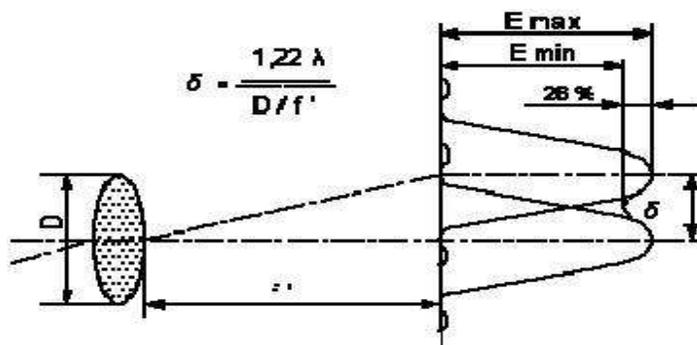
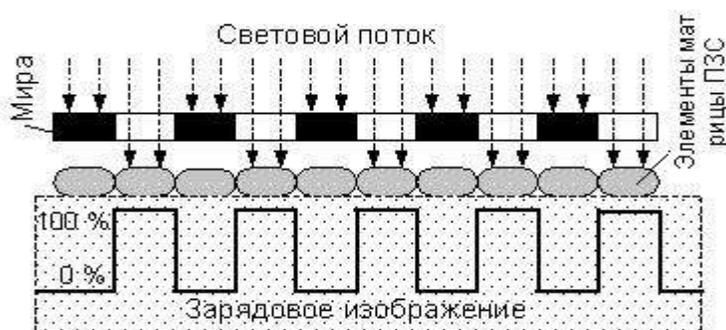
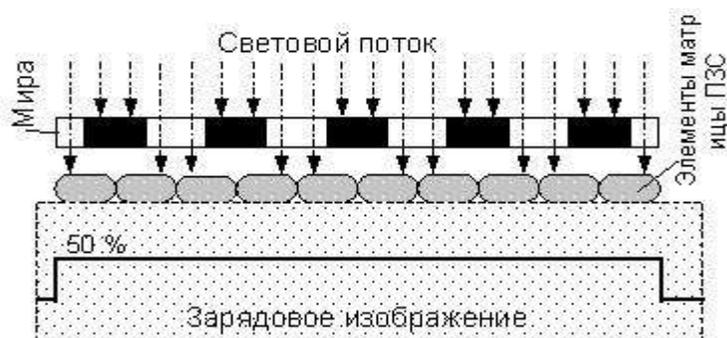


Рисунок 3.1 – Разрешающая способность оптической системы, где  $E_{max}$ ,  $E_{min}$  – освещенности светлого и темного дифракционных колец соответственно,  $D$  – диаметр входного зрачка,  $f'$  – заднее фокусное расстояние,  $d$  – линейный предел разрешения,  $l$  – длина волны света.

Нужно отметить, что разрешающая способность дискретного фотоприемника зависит от положения штрихов испытательной миры относительно сетки элементов фоточувствительной матрицы [3, 35, 37,40].



а) центры штрихов совпадают с центрами элементов изображения,



б) центры штрихов сдвинуты на половину размера элемента.

Рисунок 3.2 – Иллюстрация изменения максимальной разрешающей способности дискретного фотоприемника при сдвиге его относительно изображения мира на  $1/2$  размера элемента.

Видно (рисунок 3.2), что в случае, когда число штрихов мира равно числу элементов фотоприемника по измеряемой координате, может быть два крайних значения разрешающей способности. Если штрихи мира попадут точно по центру элементов матрицы ПЗС, то разрешение на выходе камеры будет максимальным, и на видеомониторе будет видно тонкую решетку. Если сместить миру на половину штриха, то максимумы и минимумы изображения штрихов попадут посередине между элементами ПЗС и в каждом элементе будет половинный сигнал (средний между черным и белым) и на экране монитора будет только ровный серый фон [40]. При числе штрихов горизонтальной мира меньше или больше числа элементов матрицы, также будет наблюдаться ровный серый фон при смещении положения мира, но уже не на всем изображении, а в виде отдельных вертикальных столбиков (муаров). При уменьшении числа штрихов мира, видимость муаров будет уменьшаться, однако, даже при половинном их числе, относительно числа элементов ПЗС, они будут еще достаточно хорошо видны (рисунок 3.3) [3, 37], [35].



Рисунок 3.3 - Иллюстрация изображения муаров вертикального клина тест - таблицы, наблюдаемой телевизионной камерой на матрице ПЗС.

Внизу – осциллограмма строки в центре горизонтальной ширины 450 – 600 телевизионных линий. Муары выражаются в низкочастотной модуляции осциллограммы. Для того, чтобы согласовать параметр разрешающая способность с числом элементов матрицы ПЗС по данной координате, было предложено для определения разрешающей способности, умножать число элементов на коэффициент 0.75 [3, 37], [35].

В аналоговых охранных телевизионных камерах наиболее распространены матрицы ПЗС двух типов: стандартного и высокого разрешения, с числом элементов в строке 500 и 750 соответственно. В новейших телевизионных камерах для охранных систем начинают использовать т.н. «мегапиксельные» матрицы ПЗС, аналогичные матрицам цифровых фотоаппаратов. Разрешающая способность таких камер с числом элементов в строке около 1600, что превышает 1000 телевизионных линий. Умножая на 0,75, мы получим примерно 380 и 560 телевизионных линий для телекамер стандартного и высокого разрешения. Первое время, производители телекамер указывали в паспортах именно эти значения [40]. К сожалению, некоторые фирмы в рекламных целях пытаются увеличить общепринятый коэффициент и указывают разрешающие способности для своих камер 420 и 600 линий, хотя в них используются такие же матрицы ПЗС с числом элементов 500 и 750 соответственно [3, 37], [35].

### **3.2 Недокументированный параметр телекамер – глубина модуляции сигнала на частоте максимального разрешения**

Сравнивая между собой камеры, выполненные на одних и тех же матрицах ПЗС можно видеть, что, несмотря на заявленные одинаковые

разрешающие способности, четкость формируемых ими изображений различна. Некоторые камеры, даже выполненные на матрицах высокого разрешения, имеют нечеткое, «мутное» изображение, другие камеры, наоборот, приятно удивляют филигранной прорисовкой мелких деталей. Тем не менее, формально, разрешающая способность камеры, формирующей нечеткое изображение, соответствует значению, указанному в паспорте. Если внимательно взглянуть на изображение вертикального клина тест-таблицы, формируемого этой камерой, то с трудом, но все-таки, можно увидеть, заявленные в паспорте 560 линий. В «четких» же камерах, эти линии видны без труда, они хорошо «прорисовываются» и имеют высокий контраст [3, 37], [35].

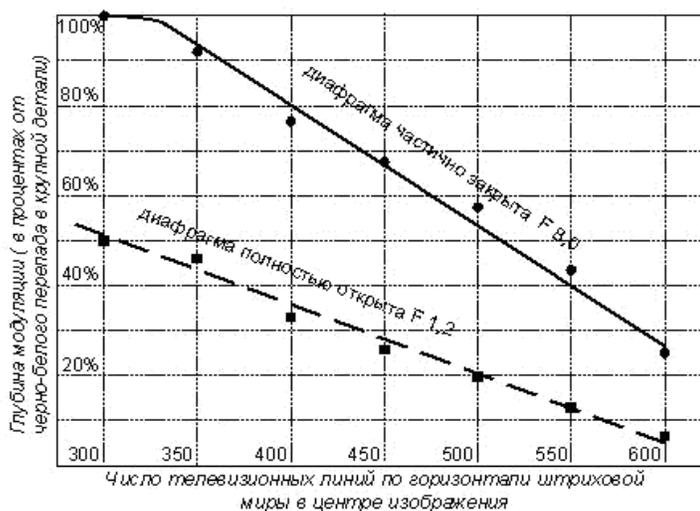
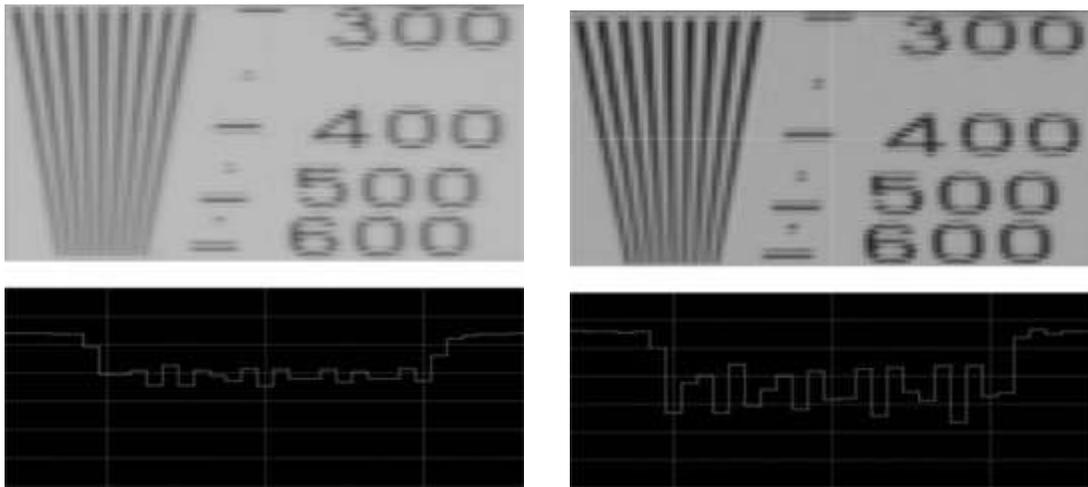


Рисунок 3.4 – Частотно-контрастная характеристика телевизионной камеры высокого разрешения при выключенном корректоре четкости.

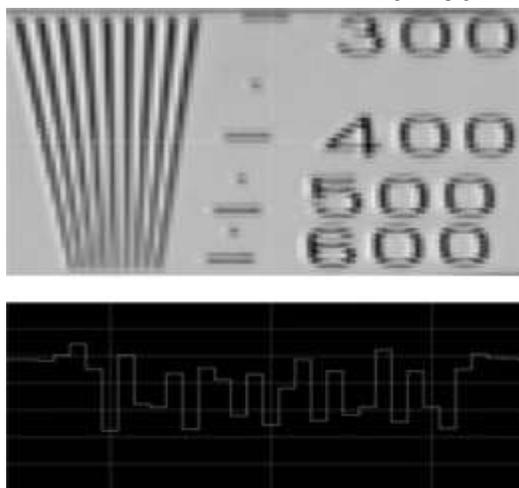
Почему такая разница четкости в камерах на одних и тех же ПЗС-матрицах? Дело в том, что изображение на матрицу ПЗС проецируется объективами, характеристики которых близки к предельным. Это обусловлено очень малыми размерами фоточувствительных ячеек современных матриц. Например, размер элемента матрицы ПЗС формата 1/4 дюйма, высокого разрешения ICX-209AL фирмы SONY составляет 4.85 x 4.65 мкм, что всего лишь в несколько раз превышает дифракционный предел на длинноволновой границе спектрального диапазона матрицы (рисунок 3.2). В дополнении к этому, хроматические aberrации и неточности изготовления линз приводят к тому, что кружок рассеяния современных объективов нередко превышает геометрический размер элемента матрицы. Это означает, что частотно-контрастная характеристика телевизионной камеры будет иметь заметный спад, начиная с половинной разрешающей способности матрицы ПЗС, а на частоте предельного разрешения контраст нередко не превышает 10% по

сравнению с контрастом изображения в крупной детали (рисунок 3.5) [3, 37], [35].



а) – телевизионная камера без корректора четкости

б) – телевизионная камера с несимметричным корректором четкости WAT-902H



с) – телевизионная камера с адаптивным, симметричным корректором четкости VNC-742

Рисунок 3.5 – Изображения (вверху) и осциллограммы строки 550 телевизионных линий (внизу) вертикального клина, полученные с помощью трех различных телевизионных камер высокого разрешения, при установленных в них одинаковых объективах TO412FICS при значении диафрагмы F8.0.

Если в телевизионной камере не принять мер к коррекции частотно-контрастной характеристики объектива, то в результате формируемое изображение будет нечетким, что нередко можно наблюдать в дешевых камерах

восточной сборки. В камерах более высокого класса устанавливают специальные корректоры четкости, компенсирующие потери в объективе [3, 37].

Для оценки реальной четкости изображения используется параметр «глубина модуляции сигнала на частоте максимального разрешения», равный отношению размахов сигналов от миксера с числом штрихов, равным максимальному разрешению, и с минимальным числом штрихов (крупная деталь изображения). Видно (рисунок 3.6), что амплитуда сигнала на частоте 550 линий в камере с симметричным корректором четкости заметно превосходит эти значения в камерах с корректором по первой производной и тем более, в камере без корректора четкости [3, 37].

К сожалению, параметр глубина модуляции (в некоторых источниках называемый «амплитуда частотно-контрастной характеристики на частоте максимального разрешения») не приводится в рекламных проспектах и паспортах на телевизионные камеры. Поэтому, реальную разрешающую способность телевизионной камеры можно оценить, только наблюдая формируемое камерой изображение в процессе ее испытания [3, 37].

### **3.3 Потери разрешающей способности и глубины резкости в объективах с автоматической диафрагмой**

Для расширения диапазона рабочих освещенностей телевизионных камер в них устанавливают объективы с автоматической регулировкой диафрагмы (АРД). При использовании таких объективов, можно получить диапазон рабочих освещенностей от 0.01лк до 100000лк и даже шире, то есть, обеспечить работу камеры и днем, и ночью. Особенно популярны в настоящее время, так называемые «асферические» объективы с минимальным относительным отверстием, достигающим 0.75. Однако, с точки зрения разрешающей способности, при использовании АРД объективов возникает ряд неприятных моментов:

- глубина модуляции сигнала на высоких пространственных частотах в АРД объективах зависит от значения диафрагмы, и при полностью открытой диафрагме может уменьшаться в 10 и более раз;
- глубина резкости (диапазон расстояний, в пределах которых обеспечивается заданная четкость изображения) еще в большей степени зависит от величины диафрагмы, и при полностью открытой диафрагме минимальна;
- светорассеяние в объективе также зависит от значения диафрагмы и становится максимальным при полностью открытой диафрагме [3, 37].

Следовательно, разрешающая способность и контраст изображения телекамеры с АРД объективом значительно ухудшаются в вечернее, и особенно ночное время, когда диафрагма объектива полностью открыта (рисунок 3.6) [3, 37].

На рисунке 3.6 представлены изображения центральной части тест-таблицы, формируемые телевизионной камерой высокого разрешения при установленном объективе с относительными отверстиями: b) F0.8, c) F2.0, d) F8.0. Помимо общего ухудшения четкости, ночью происходит и дополнительная расфокусировка разноудаленных объектов, изображения, которые днем были четко сфокусированными. Расфокусировка происходит не только из-за уменьшения глубины резкости при полностью открытой диафрагме, но и из-за изменения спектрального состава источника освещения (Солнце или искусственное освещение) [3, 37].

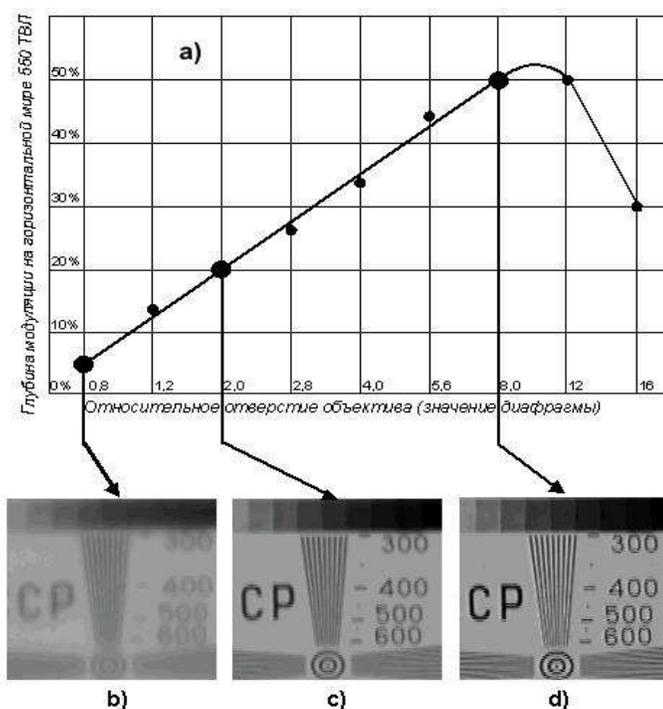


Рисунок 4.6 – Зависимость глубины модуляции сигнала (амплитуды частотно-контрастной характеристики) на горизонтальной мире 550 ТВЛ от относительного отверстия объектива (значения диафрагмы) в телевизионной камере высокого разрешения, при установленном объективе TO412FICS фирмы Computar.

Особенно сильная расфокусировка происходит ночью при использовании ИК прожекторов. Из этого следуют два правила, которые нужно соблюдать при установке камер с АРД объективами:

- фокусировать камеры с АРД объективами нужно обязательно в сумерки, когда диафрагма объектива полностью открыта (глубина резкости минимальна), и включено соответствующее искусственное освещение;
- в камерах с АРД объективами обязательно нужно отключать встроенную систему электронного затвора, иначе, диафрагма объектива будет

полностью открыта не только ночью, но и днем с вытекающими из этого потерями разрешающей способности и глубины резкости [3, 37].

В ночное время, при недостаточном искусственном освещении, основной причиной потери разрешающей способности камеры будет влияние собственного флуктуационного шума телевизионной камеры. Разрешающая способность камеры начинает резко ухудшаться при уменьшении отношения сигнал/шум. При уменьшении отношения сигнал/шум с 40 дБ (100 раз) до значения 20 дБ (10 раз), при котором обычно указывается пороговая чувствительность телекамеры, разрешающая способность снижается с 500 до 100 телевизионных линий (рисунок 3.8) [3, 37].



а) при отношении сигнал/шум 40 дБ



б) при отношении сигнал/шум 20 дБ

Рисунок 3.8 - Иллюстрация уменьшения разрешающей способности при наблюдении телекамерой текста с различными величинами шрифта

Кроме того, при наблюдении на больших расстояниях, оказывает заметное влияние турбулентность воздуха, особенно если недалеко от камеры вдоль оси ее зрения имеются открытые окна теплых помещений, трубы отопительной системы, работающие моторы механизмов или другие теплые объекты. В результате возникновения сильных потоков воздуха, происходит размывание и дрожание мелких деталей изображения, что приводит к дополнительной потере разрешающей способности. Кроме того, при наблюдении на дальних дистанциях, даже незначительные атмосферные осадки и туман вызывают заметное светорассеяние и потерю четкости и контраста изображения [3, 37].

Еще одной причиной ухудшения разрешающей способности становится естественное загрязнение стекол объективов и иллюминаторов наружных телекамер в процессе работы. Одновременно с потерей разрешающей

способности, в этом случае возможно появление пятен и полос на изображении [3, 37].

### **3.4 Потери разрешающей способности в кабельной сети**

Расстояния от камер до пультовых, особенно на больших объектах, могут достигать многих сотен метров и даже километров. В качестве соединительных кабелей обычно используют коаксиальные кабели с волновым сопротивлением 75 Ом, либо витые пары. Помимо общего уменьшения уровня сигнала в кабелях происходит и дополнительное снижение уровня высокочастотных составляющих. В результате, разрешающая способность системы камера-кабель дополнительно уменьшается. Величина потерь разрешающей способности зависит от погонной емкости коаксиального кабеля, которая в первом приближении обратно-пропорционально его диаметру. В кабелях диаметром 8мм потери разрешающей способности уже заметны при длинах более 100 метров и становятся недопустимыми при длинах выше 300 метров. Для компенсации потерь необходимо устанавливать специальные усилители-корректоры сигнала, степень коррекции высокочастотных составляющих сигнала в которых должна подстраиваться под длину кабеля. При длинах кабеля до 600 метров, возможно использование одного усилителя корректора на приемном конце кабеля. При длинах 600 – 1200 метров, для компенсации потери разрешающей способности необходимы два усилителя корректора на приемном и передающем концах. При более длинных линиях необходимо устанавливать дополнительные усилители корректоры через определенные интервалы [3, 37].

### **3.5 Потери разрешающей способности в мультиплексорах, видеомагнитофонах, платах ввода изображения в компьютер и видеомониторах**

В реальных телевизионных системах заметные потери разрешающей способности происходят из-за неправильного согласования и ограничения полосы частот в различных устройствах телевизионной системы. Особенно большие потери происходят в устройствах записи изображений (видеомагнитофоны и цифровые видеорегистраторы), и видеомультиплексорах. Сегодня аналоговые системы вытесняются цифровыми. Как правило, разрешающая способность цифровых систем записи превосходит этот параметр у аналоговых видеомагнитофонов, особенно устаревшего формата VHS. Но, и здесь, нередко, рекламные заявления далеки от действительности. Иногда, в рекламных материалах замалчиваются некоторые недостаточно хорошие характеристики, в других случаях заявляются высокие параметры, но без указания, что они достигаются не во всех режимах. Например, проверка ряда мультиплексоров показала, что большинство из них производит запись мультиплексированного сигнала «полями», а не «кадрами», то есть, без

черезстрочной развертки. Но, в паспортах на них не указывается, что разрешающая способность по вертикали при этом ухудшается в 2 раза! В ряде изделий указывается разрешение в аналого-цифровом преобразователе до 1024 выборок на строку. Это соответствует горизонтальной разрешающей способности по видеосигналу более 700 телевизионных линий. Однако, после включения приборов выясняется, что столь высокое разрешение получается лишь на дополнительных аналоговых входах, в то время как на основных входах (ради которых и покупается мультиплексор) разрешающая способность не превышает 400 - 500 линий [21].

Отдельно следует сказать о разрешающей способности видеомониторов, которая в первую очередь ограничивается размерами зерен люминофора в кинескопе. Известно, что чем больше размер диагонали кинескопа – тем выше разрешающая способность. Тем не менее, и в этой области активно работает реклама, выдавая желаемое за действительность. Часто можно встретить заявления о разрешающей способности 600 и даже 700 телевизионных линий в малогабаритных видеомониторах с диагональю размерами 12 дюймов. В таких мониторах изображение специально увеличено, чтобы ценой потери его части, достигнуть заявленную в паспорте разрешающую способность. Реально, мониторы с размерами диагонали 12 – 14 дюймов обеспечивают надежное разрешение не более 400 - 450 линий, то есть их можно использовать только с камерами стандартного разрешения. Для полноценного просмотра камер высокого разрешения, следует использовать мониторы с размерами диагонали экрана не менее 17 дюймов. Нужно отметить, что цветные видеомониторы обеспечивают возможность наблюдения изображений с разрешающей способностью не более 350 - 400 линий, поэтому их нельзя применять с камерами высокого разрешения [3, 37].

Выводы:

а) Разрешающую способность телевизионных ПЗС камер принято определять числом элементов фотоприемника по соответствующим координатам, умноженным на коэффициент 0.75.

б) Реальная разрешающая способность камеры в телевизионной системе меньше расчетной по следующим причинам:

1) Из-за потери разрешающей способности в объективах. Максимальные потери возникают на краях изображения. Потери четкости возникают также из-за дрожания воздушных потоков перед камерой и от естественного загрязнения стекол объективов.

2) Из-за маскирующего влияния шума в темное время суток, а также из-за изменения фокусировки объектива при использовании искусственного освещения со спектральной характеристикой, отличающейся от естественного.

3) Из-за завала высоких частот видеосигнала в соединительных кабелях.

4) Из-за потери разрешающей способности в других блоках телевизионной системы, в первую очередь в мультиплексорах, видеомагнитофонах и цифровых видеорегистраторах.

5) Из-за потери разрешающей способности в малогабаритных видеомониторах, обусловленной конечными размерами зерен люминофора кинескопов.

в) Суммарное ухудшение разрешающей способности телевизионных камер в охранных телевизионных системах может уменьшаться по сравнению с расчетным до 2-х раз днем и до 3 – 5 раз и более, ночью [3, 37].

При построении охранных систем необходимо учитывать возможные потери разрешающей способности телевизионных камер и принимать дополнительные меры по усилению охраны объекта. Способ повышения надежности системы состоит в установке дополнительных телевизионных камер и охранных датчиков в наиболее сложных местах наблюдения, а также в обеспечении более интенсивного, а главное более распределенного и равномерного искусственного освещения в ночное время [3, 37].

## **4 Расчет основных параметров видеокамеры**

### **4.1 Расчет мертвой зоны**

Выбор места установки камеры играет весьма важную роль в обеспечении качественной работы видеокамеры. Важное внимание при этом нужно обратить на следующие особенности. Во-первых, следует, по возможности, исключить засветки объектива прямым или отраженным солнечным светом либо мощными источниками искусственного освещения, например, прожекторами. И, во-вторых, нужно ориентировать камеру таким образом, чтобы в поле зрения попадали все уязвимые места (окна, двери, люки и т.п.), а размеры не просматриваемой зоны не позволяли нарушителю проникнуть через нее. Для того, чтобы избежать засветок, рекомендуется не ориентировать камеру в южную сторону, устанавливая камеру на потолке либо на стене или в углу с наклоном её вниз использовать корпус или кожух с защитными козырьком и фильтром, не направлять камеру на блестящие, хорошо отражающие свет предметы (зеркала, лужи и т.п.), окна и наружные двери. Поскольку, угол обзора видеокамеры по вертикали немного меньше угла обзора по горизонтали, что определяется из соотношения сторон ПЗС-матрицы 4:3, то рассчитывается этот угол из простого соотношения (рисунок 4.1) [23]:

$$\alpha_1 = 2 \arctg\left(\frac{V}{2L}\right). \quad (4.1)$$

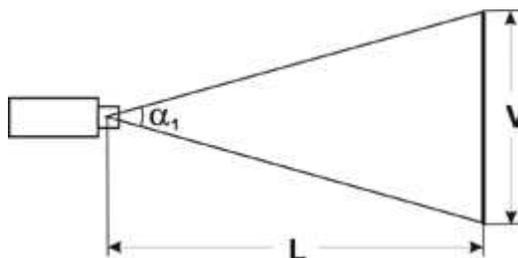


Рисунок 4.1 – Определение угла обзора камеры по вертикали

Следует обратить внимание на следующие поправки [23]:

- формула (4.1) определяет мертвую зону под видеокамерой, вблизи которой злоумышленник не может быть обнаружен системой охранного телевидения, а, следовательно, и зафиксирован [23];
- формула (4.1) не является точной, так как не учитывает сужение угла обзора по вертикали за счет конечного времени обратного хода кадровой развертки видеомонитора. Подобное сужение реального размера контролируемой зоны иногда может достигать порядка 10% [23];
- указанная формула применяется в том случае, когда видеокамера перпендикулярна плоскости наблюдения, имеющей высоту V. Таким образом, высота установки видеокамеры составляет V/2 [23].

В том случае, когда видеокамеру устанавливают под потолком, то есть выше центра плоскости наблюдения, необходимый угол обзора по вертикали будет уменьшаться от значения  $\alpha_1$  до значения  $\alpha_2$  (рисунок 4.2) [23].

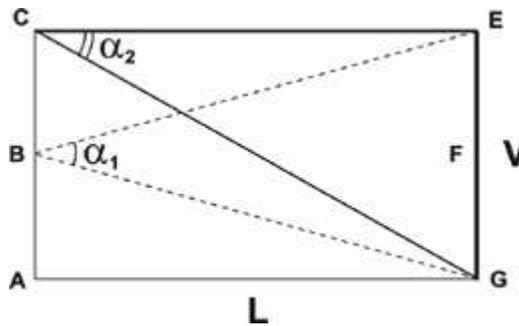


Рисунок 4.2 – Расположение камеры выше центра плоскости наблюдения

Угол обзора в этом случае равен:

$$\alpha_2 = \arctg (EG/CE) = \arctg (V/L). \quad (4.2)$$

Таким образом, в случае использования формулы (4.2) при установке видеокамеры на высоту  $V$ , абсолютное уменьшение требуемого угла обзора по вертикали составляет:

$$\Delta = \alpha_1 - \alpha_2 = 2 \arctg (V/2L) - \arctg (V/L), \quad (4.3)$$

а ошибка в случае определении угла обзора по вертикали равна:

$$\delta = [2 \arctg (V/2L) - \arctg (V/L)] \cdot 100\% / 2 \arctg (V/2L). \quad (4.4)$$

С одной стороны, это может быть, и не очень страшно, что при увеличении высоты установки видеокамеры возрастает зона обзора по вертикали - на экране видеомонитора будут видны не только сами двери, но и часть территории перед ними. Однако площадь отображения дверей на экране уменьшится, и хоть это лучше, чем, если бы они "обрезались", но все же лучше заранее знать, как оно будет при установке видеокамеры на объекте и сознательно выбирать оптимальный вариант [23].

Таблица 4.1 - Значения ошибок при различных углах установки

$\alpha_1$	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$\alpha_2$	9,92	19,43	28,19	36,05	43	49,11	54,47	59,21	63,43
$\delta(\%)$	0,75	2,87	6,04	9,87	13,99	18,16	22,19	25,99	29,52

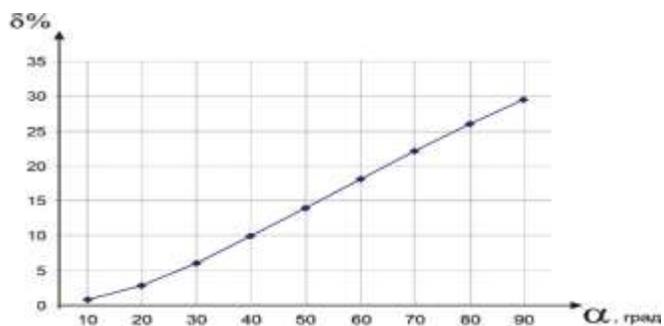


Рисунок 4.3 – Значения ошибок при различных углах обзора

В соответствии с рисунком 4.3 ошибка определения угла по вертикали тем больше, чем более широкоугольный используется объектив, а значит, и поправка в выборе фокусного расстояния объектива должна быть большей [23].

При увеличении высоты установки камеры, то есть, когда  $N > V$ , значение угла  $\alpha_2$  зависит от соотношения между  $N$  и  $L$ , где  $N$  - высоты установки видеокамеры, а  $L$  - расстояние до объекта наблюдения [23].

Из рисунка 4.4 соответствующего этому случаю следует, что угол  $\alpha_2$  равен:

$$\alpha_2 = \angle (GDE) = \angle (CDE) - \angle (ADG). \quad (4.5)$$

С другой стороны, из треугольника CDE следует, что:

$$\angle CDE = 90^\circ - \angle CED = 90^\circ - \arctg(CD/CE) = 90^\circ - \arctg[(N-V)/L]. \quad (4.6)$$

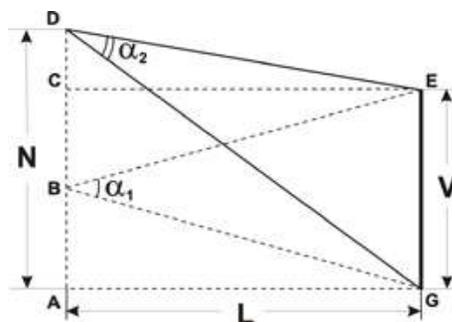


Рисунок 4.4 – Расположение камеры выше объекта наблюдения

Из треугольника ADG можно получить следующее соотношение:

$$\angle ADG = 90^\circ - \angle AGD = 90^\circ - \arctg(AD/AG) = 90^\circ - \arctg(N/L). \quad (4.7)$$

Подставляя выражения (4.5) и (4.6) в (4.7), получаем:

$$\alpha_2 = \arctg (N / L) - \arctg [(N - V)/L]. \quad (4.8)$$

Абсолютное уменьшение угла обзора по вертикали составляет:

$$\Delta = \alpha_1 - \alpha_2 = 2 \arctg (V/2L) - \arctg (N/L) - \arctg [(N - V)/L], \quad (4.9)$$

а ошибка определения угла по вертикали равна:

$$\delta = 2 \arctg (V/2L) - \arctg (N/L) - \arctg [(N - V)/L] \cdot 100\% / 2 \arctg (V/2L). \quad (4.10)$$

По формулам, представленным выше, может быть рассчитана относительная погрешность определения угла по вертикали  $\delta$  для углов  $10^\circ$ ,  $20^\circ$  и  $30^\circ$  в зависимости от отношения  $N/L$  [23]. Из этих графиков (рисунок 4.5) следует, что чем меньше расстояние до объекта наблюдения и чем выше устанавливается видеокамера, тем реальный угол обзора по вертикали будет меньше по сравнению с рассчитанным по формуле выше [23]. Это следует учитывать, когда, например, требуется контролировать автомобили перед шлагбаумом у въезда на парковку с тем, чтобы в поле зрения видеокамеры максимальным образом попадали государственные регистрационные знаки и лица водителей. Для задачи автоматического опознавания автомобильных номеров их достоверное определение возможно, если наклон видеокамеры к поверхности дороги составляет угол, не превышающий  $30^\circ$ , что определяется соотношением  $N/L$  [23].

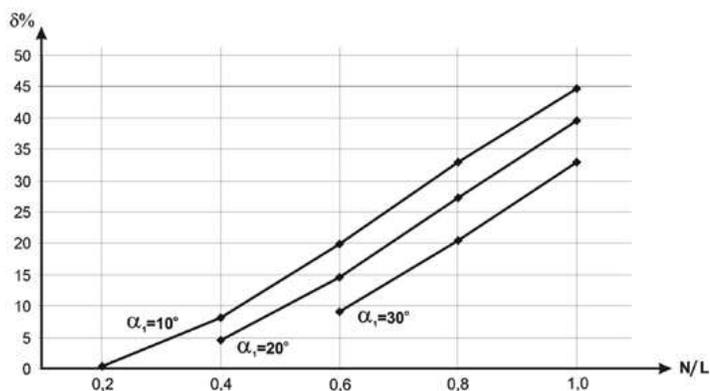


Рисунок 4.5 – Значения ошибок при различных соотношениях  $N/L$

Расчет мертвой зоны под видеокамерой является одним из важных вопросов при проектировании системы охранного телевидения. Для того, чтобы определить длину мертвой зоны  $m$  следует рассмотреть треугольник  $ADG$ , в котором необходимо опустить перпендикуляр  $PQ$  на основание  $AG$  (рисунок 4.6). Перпендикуляр  $PQ$  длиной  $n$  может служить в качестве примера высоты человека (естественно, если мы оцениваем длину мертвой зоны  $AQ$  на предмет

обнаружения человека). Таким образом, если человек окажется высотой  $n$  правее точки  $Q$ , то он попадет на экран видеомонитора [23].

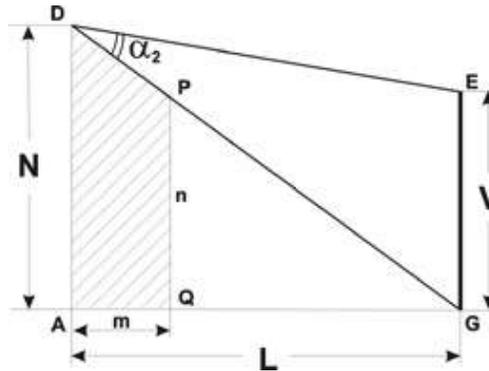


Рисунок 4.6 – Определение мертвой зоны под видеокамерой

Из подобных треугольников  $ADG$  и  $QPG$  следует, что:

$$AD / PQ = AG / QG, \quad (4.11)$$

Откуда

$$AQ = AG - QG = AG - PQ \cdot AG / AD = AG \cdot (AD - PQ) / AD. \quad (4.12)$$

Окончательно получаем формулу для определения длины мертвой зоны:

$$m = L \cdot \frac{N-n}{N}. \quad (4.13)$$

Из выражения (4.13) следует, что если высота человека  $n$  стремится к 0 (злоумышленник ползет), то длина мертвой зоны максимальна и составляет  $m = L$  (расстояние до объекта наблюдения). Наоборот, если высота установки видеокамеры  $N$  равна высоте человека  $n$ , то человек сразу же попадает в поле зрения видеокамеры ( $m = 0$ ). Характерно, что угол обзора по вертикали в явном виде не входит в выражение (3.17). Чтобы оценить промежуточные значения длины мертвой зоны, следует задаться высотой человека. В качестве примера для конкретности примем, что  $n = 1,8$  м [23].

При расстоянии до объекта  $L = 5$  м длина мертвой зоны составляет  $n = 2$  м, при  $L = 15$  м длина мертвой зоны  $m = 6$  м. Как видим, полученные значения достаточно значительны, чтобы их игнорировать. Более того, их следует учитывать при выборе параметров и места установки других видеокамер [23].

#### 4.2 Угол обзора по горизонтали

Если рассматривать сектор обзора по горизонтали, то он представляется в виде треугольника с вершиной в точке расположения объектива видеокамеры.

Однако в условиях реального использования системы охранного телевидения часть сектора обзора по горизонтали в ближней зоне также оказывается непригодной для использования в силу следующих причин. Угол обзора рассчитывается из соотношения (рисунок 4.7) [23].

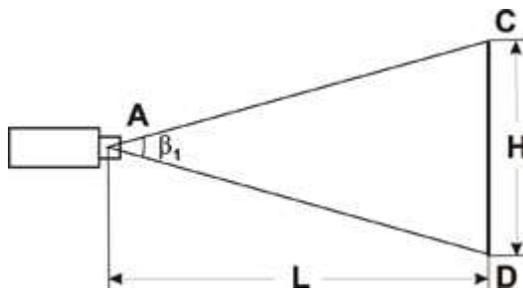


Рисунок 4.7 – Определение угла обзора камеры по горизонтали

$$\beta_1 = 2 \arctg\left(\frac{H}{2L}\right). \quad (4.14)$$

Формула (4.14) справедлива в том случае, когда видеокамера перпендикулярна плоскости наблюдения, имеющей ширину  $H$ , то есть расположена на перпендикуляре к середине ширины  $H$ . Если рассматривать сектор обзора по горизонтали, то он представляется в виде треугольника с вершиной в точке расположения объектива видеокамеры. Однако в условиях реального использования системы охранного телевидения часть сектора обзора по горизонтали в ближней зоне также оказывается непригодной для использования в силу следующих причин [23]. У объектива имеется параметр MOD (Minimum Object Distance) – то есть минимальное расстояние до объекта, при котором воспроизводимое объективом изображение еще оказывается сфокусированным. При использовании большинства объективов в системах охранного телевидения ограничения, вызванные этим параметром (как правило, это десятки сантиметров) можно игнорировать. Несколько большие ограничения может наложить параметр, называемый "глубина резкости" (Depth of Field), поскольку расфокусированное изображение становится малоинформативным. В большинстве случаев данное ограничение может быть снято корректным выбором диафрагмы объектива. Однако существует ограничение, которое намного сильнее рассмотренных выше параметров и влияет на эффективные использования сектора обзора по горизонтали. Указанные выше ограничения относились к видеонаблюдению статических объектов, реально же требуется обнаруживать (и регистрировать) движущиеся объекты, которые, как правило, лишь на время попадают в поле зрения видеокамеры [23]. Очевидно, что при определенных соотношениях угла обзора по горизонтали, скорости и траектории движения объекта указанная задача может оказаться невыполнимой. Поэтому по

аналогии с мертвой зоной под видеокамерой можно ввести термин *условно мертвая зона*, понимая под этим ту часть сектора обзора по горизонтали, которая оказывается "невидимой" видеосистемой для некоторых движущихся объектов (рисунок 4.8) [23].

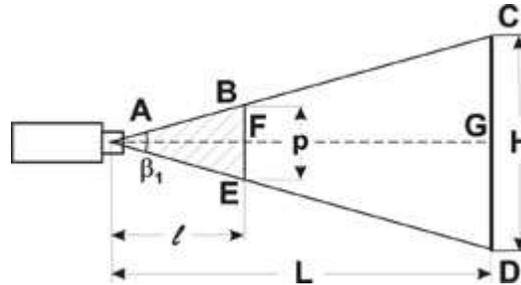


Рисунок 4.8 – Определение условно мертвой зоны по горизонтали

Наиболее коротким путем пересечения сектора наблюдения является отрезок BE длиной  $p$ , параллельный плоскости наблюдения CD, на расстоянии  $l$  от места установки видеокамеры. Из треугольника EAB [23]:

$$AF = BF / \operatorname{tg}(\beta_1/2) = BE / 2 \operatorname{arctg}(\beta_1/2). \quad (4.15)$$

Окончательно для длины условно мертвой зоны получаем:

$$l = \frac{p}{2 \operatorname{tg}(\beta_1/2)}. \quad (4.14)$$

Очевидно, что при более широкоугольном объективе видеокамеры длина пути пересечения  $p$  будет больше, и вероятность обнаружения и регистрации движущегося объекта будет выше. Наоборот, в случае использования длиннофокусного объектива злоумышленнику легче пересечь сектор наблюдения, оказавшись незамеченным [23]. Из формулы (3.19) следует, что для видеокамеры с широкоугольным объективом, имеющим угол обзора  $\beta_1 = 90^\circ$ , длина условно мертвой зоны численно равна половине пути пересечения сектора наблюдения, т.е.  $l = p/2$ ; при уменьшении угла обзора длина условно мертвой зоны возрастает. Рассмотрим варианты оценки длины условно мертвой зоны, значение которой необходимо знать при выборе объективов и размещении видеокамер. Длина пути  $p$  пересечения сектора наблюдения объектом равна произведению скорости движения этого объекта  $v$  на время пересечения  $t$  [23]:

$$p = v \cdot t. \quad (4.15)$$

Максимальная скорость движения человека по открытой местности может быть принята 10 м/с (100 метров за 10 секунд). При наличии препятствия (например, в виде забора при использовании периметровой системы охранного телевидения) скорость будет существенно ниже – около 1 м/с, она может быть определена опытным путем. Скорость движения автомобиля по закрытой территории объекта может быть принята равной 60 км/час (16.7 м/с), при движении по трассе она может быть более, чем вдвое выше, однако для конкретности примем ее равной 120 км/час (33.3 м/с). Время  $t$  зависит от того, какая цель стоит перед системой охранного телевидения - обнаружение движущегося объекта человеком-оператором системы видеонаблюдения или регистрация происшествия с помощью видеоманитофона или цифрового видеорегистратора [23].

Если предположить, что необходимое время обнаружения человеком-оператором нарушителя составляет 2 с, а усредненная скорость движения человека 6 км/ч (1.67 м/с), то путь пересечения сектором составит [23]:

$$p = 2.78 \cdot 2 = 3.34 \text{ м.}$$

Тогда условно мертвая зона под камерой:

$$l = \frac{3.34}{2 \operatorname{tg}(90/2)} = 1.67 \text{ м.}$$

### 4.3 Расчет фокусного расстояния

Для расчета фокусного расстояния видеокамер необходимо знать размер зоны наблюдения. Зону наблюдения можно рассчитать по следующей формуле:

$$f = h \cdot \frac{S}{V}, \quad (4.16)$$

где  $f$  - фокусное расстояние, мм;  
 $h$  – размер матрицы по горизонтали, мм;  
 $S$  – расстояние до объекта, м;  
 $V$  – ширина объекта наблюдения, м.

$$f = 4.8 \cdot \frac{35}{60} = 2.8 \text{ мм.}$$

Для расчета угла зрения камеры по горизонтали  $\alpha_1$  используем следующую формулу:

$$\alpha_1 = 2 \operatorname{arctg} \left( \frac{h}{2 \cdot f} \right), \quad (4.17)$$

$$\alpha_1 = 2 \operatorname{arctg} \left( \frac{4.8}{2 \cdot 2.8} \right) = 81.2^\circ.$$

Угол зрения по вертикали  $\alpha_2$  при расположении камеры выше объекта наблюдения (рисунок 4.2) рассчитывается по формуле ниже:

$$\alpha_2 = \operatorname{arctg} \left( \frac{N}{L} \right) - \operatorname{arctg} \left[ \frac{N-V}{L} \right], \quad (4.18)$$

где N- высота подвеса видео камеры, м;

V- высота зоны обзора, м;

L- расстояние до объекта наблюдения, м.

$$\alpha_2 = \operatorname{arctg} \left( \frac{3.5}{2} \right) - \operatorname{arctg} \left[ \frac{3.5-3.4}{2} \right] = 57.4^\circ.$$

Таким образом, угол обзора камеры по горизонтали составляет  $81.2^\circ$ , по вертикали -  $57.4^\circ$ .

## **5 Оценка чувствительности видеокамеры с помощью программного продукта VideoCAD 8**

Поскольку требования к чувствительности видеокамер для ночного времени могут не компилировать с требованиями к цветности и разрешению камер для дневного времени, а также наличие необходимости в использовании дополнительного освещения, то расчет работы системы видеонаблюдения представляет собой крайне трудную, но важную задачу. Для компьютерного моделирования работы системы видеонаблюдения использовалось специальное программное обеспечение VideoCAD 8 [24].

VideoCAD 8 предлагает инструменты, позволяющие решать многие задачи проектирования освещения в CCTV. Инструменты основаны на светотехнических и радиометрических закономерностях, а также на параметрической модели камеры, включающей модель ПЗС матрицы и большинства систем реальных видеокамер. Входной информацией для расчета являются условия сцены и параметры оборудования, приведенные в спецификациях производителей. На случай завышения чувствительности камер в спецификации, предлагаются инструменты и методики ее практического измерения. На выходе мы получаем модели изображений от камер [24].

В современных камерах часто присутствует обработка полученного изображения, в результате которой при снижении освещенности в первую очередь страдают другие параметры выходного изображения. Чаще всего, в результате цифрового шумоподавления или объединения сигналов от соседних пикселей снижается разрешение. Зачастую производитель камеры с шумоподавлением указывает в спецификации высокую чувствительность при хорошем отношении сигнал/шум. Но про падение разрешения ничего не пишет. Шумоподавление полезно, так как уменьшает размер шумных кадров после компрессии и ложные срабатывания детектора движения, однако честное значение чувствительности должно быть указано при отключенном шумоподавлении [24].

Зная чувствительность и другие параметры камеры, мы можем моделировать изображение различных сцен с различными освещенностями с помощью, имеющихся в VideoCAD параметрических моделей камеры [24].

### **5.1 Определение чувствительности видеокамеры QH-1139C-3 с разрешающей способностью 600 ТВЛ**

Для проведения моделирования был создан несложный проект (рисунок 4.1), включающий в себя модели людей, размещенных на разном расстоянии от камеры, и тестовую таблицу. Чувствительность видеокамер будет оцениваться с

помощью изображения, получаемого с видеокамеры 2. Геометрия расположения камеры 2 представлена на рисунке 5.2.

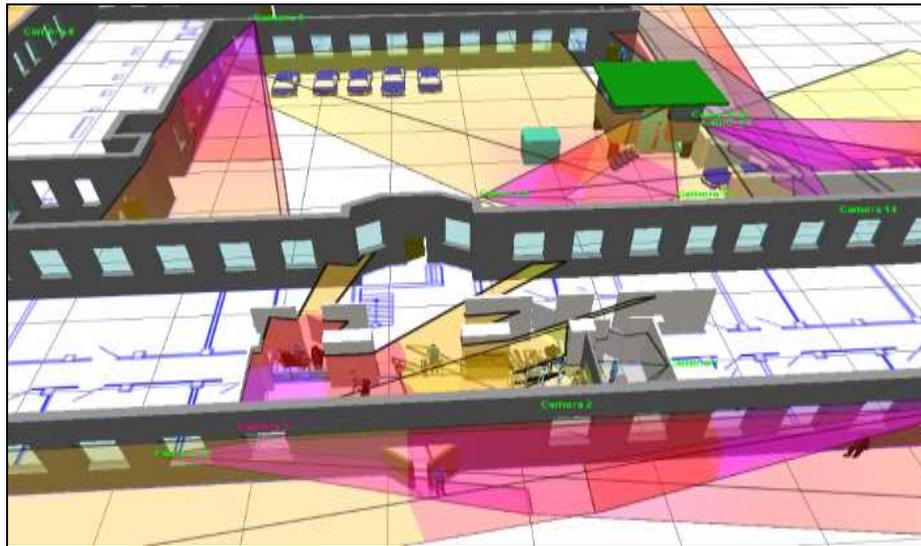


Рисунок 5.1 - 3D модель проекта

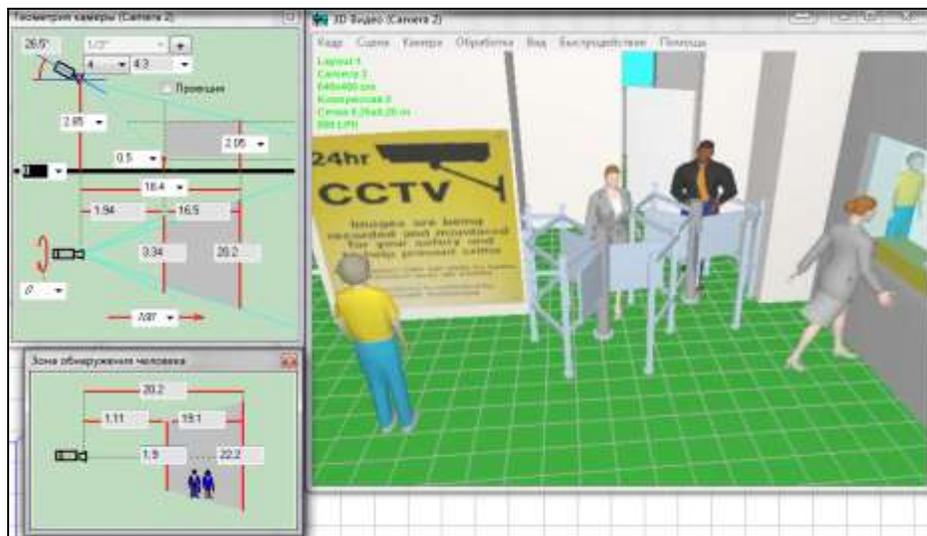


Рисунок 5.1 - 3D Видео, получаемое с камеры 2

В VideoCAD чувствительность определяется через **Минимальную освещённость (люкс)** сцены с отражением 0.75, при которой изображение от камеры с установленным объективом с **известной светосилой (F)** имеет известное **отношение сигнал/шум (дБ)** и **уровень яркости (IRE)**.

Для однозначного описания чувствительности должны быть заданы **следующие параметры:**

- минимальная освещённость (люкс);
- светосила (диафрагма) объектива (F);

- отношение сигнал/шум (дБ);
- уровень яркости (IRE);
- время экспозиции (электронного затвора).

Смоделируем реальную камеру с измененными параметрами, например, видеокамера QH-1139C-3. Назначаем выбранной модели видеокамеры параметры согласно параметрам камеры QH-1139C-3, указанным в таблице 6.1 (рисунок 5.3).

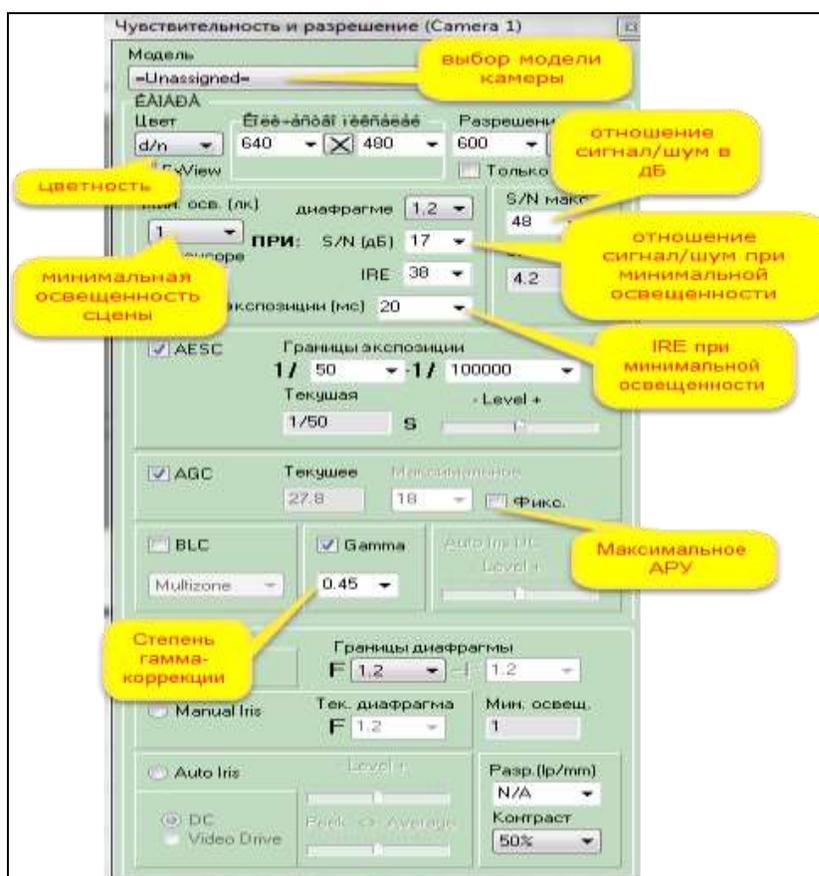


Рисунок 5.3 – Назначение модели параметров видеокамеры QH-1139C-3

Производитель приводит значение чувствительности – 0.03 лк при 38 IRE с объективом F1.2. Отношение сигнал/шум 48 дБ. Камера цветная с механически отключаемым ИК – фильтром, питание DC12V, 300mA, размеры камеры 128x90x70мм, вес - 300. ExView не отмечаем, так как в камере не используется видео сенсор SONY ExView HAD™. Отметим Fixed Iris (фиксированная диафрагма). Выберем в окошке Максимальная диафрагма (открытая) – F1.2.

Осуществим моделирование освещения сцены. Во вкладке **Сцена** сверху находится окошко со списком, в котором можно выбрать положение источника (направление) фонового освещения. Поскольку при проведении эксперимента

устройство подсветки располагается над камерой, то выбираем параметр «Над камерой».

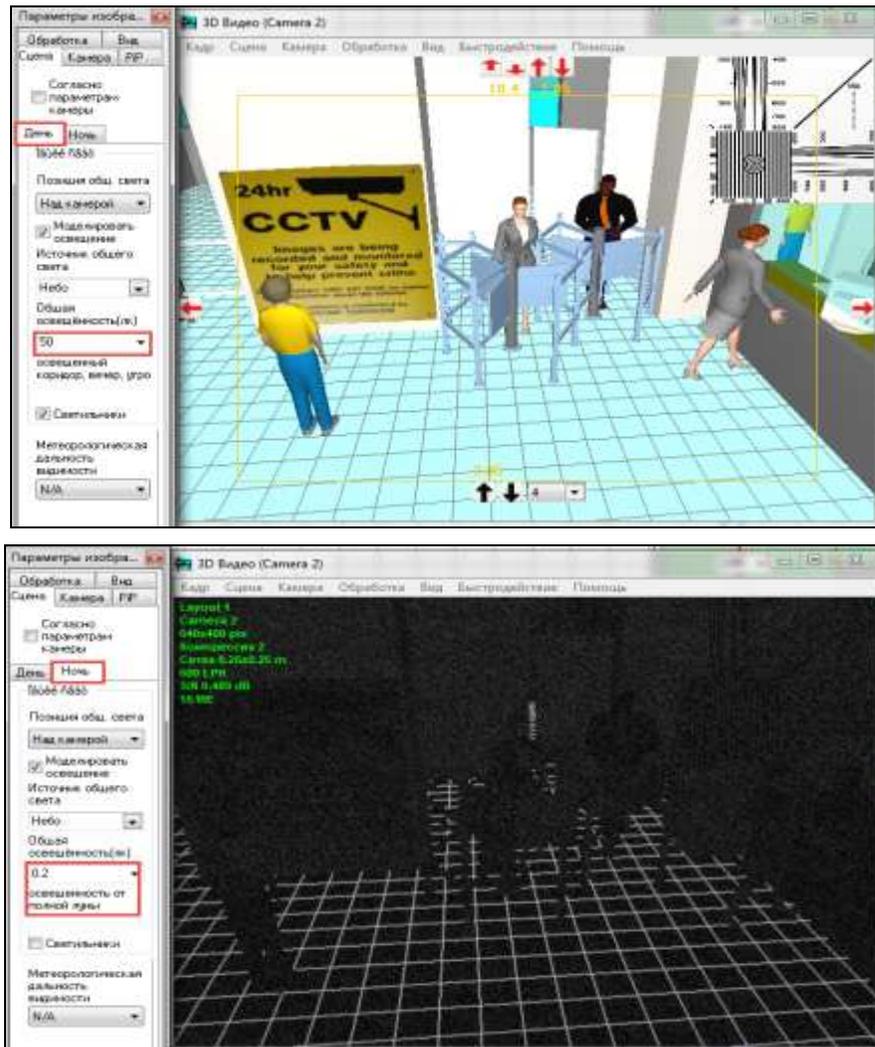
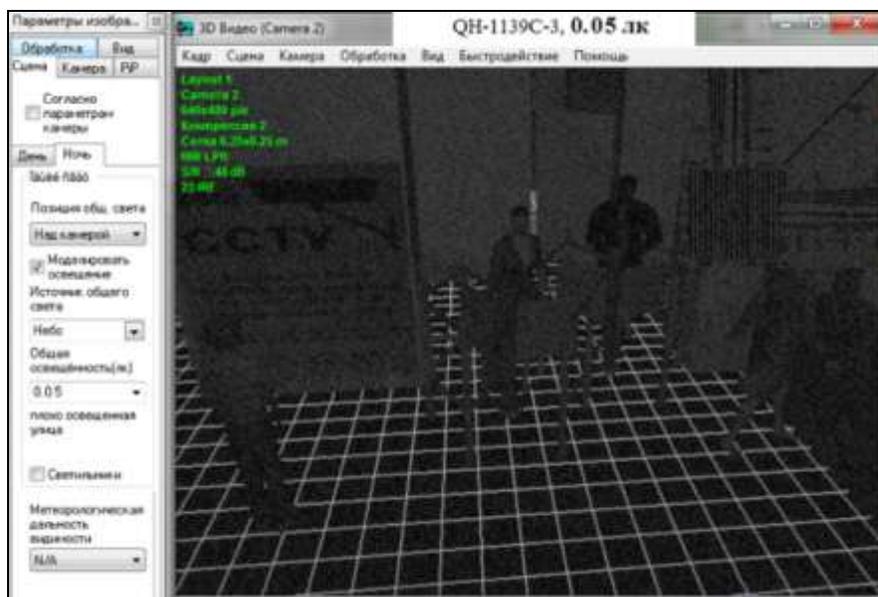
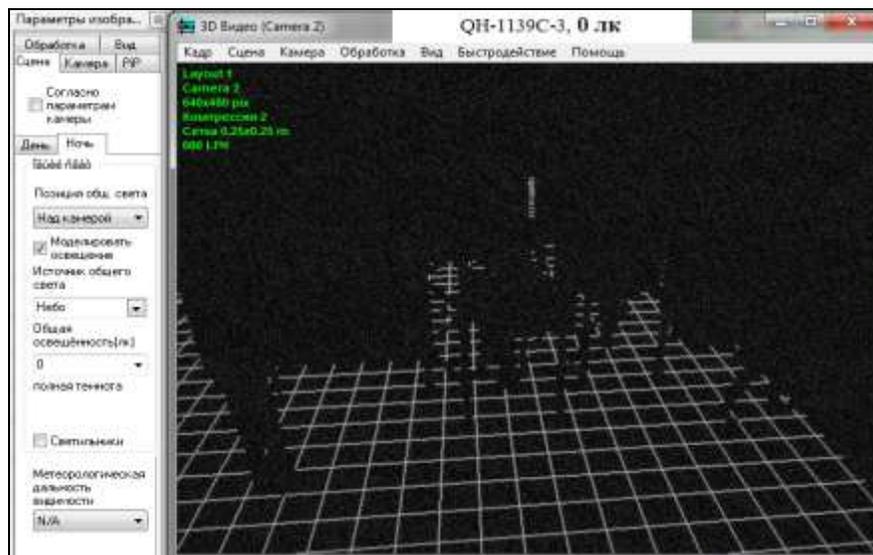


Рисунок 5.4 – Демонстрация изображений, полученных с монитора, при дневном и ночном освещении



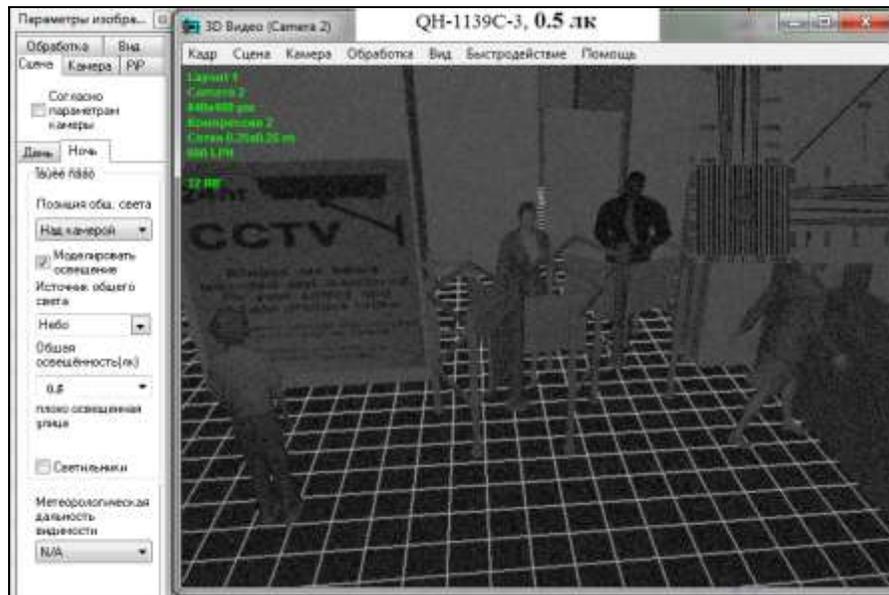
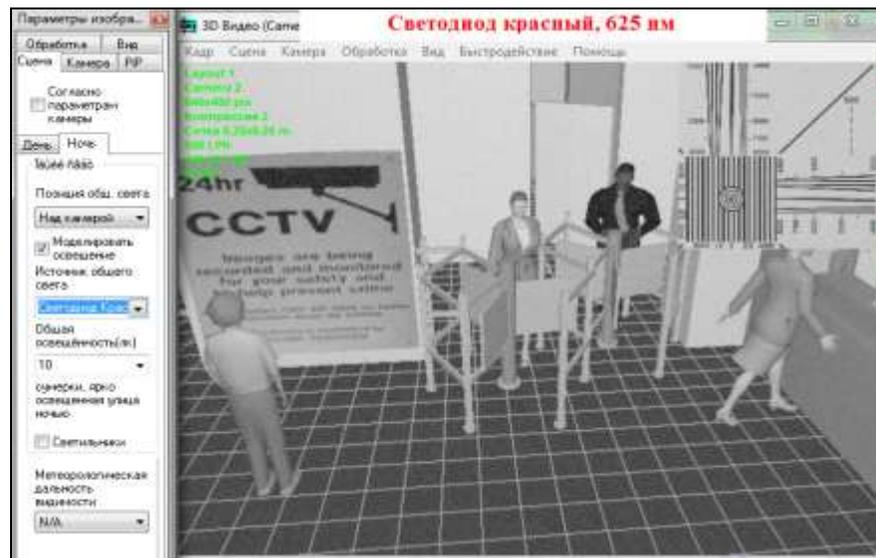
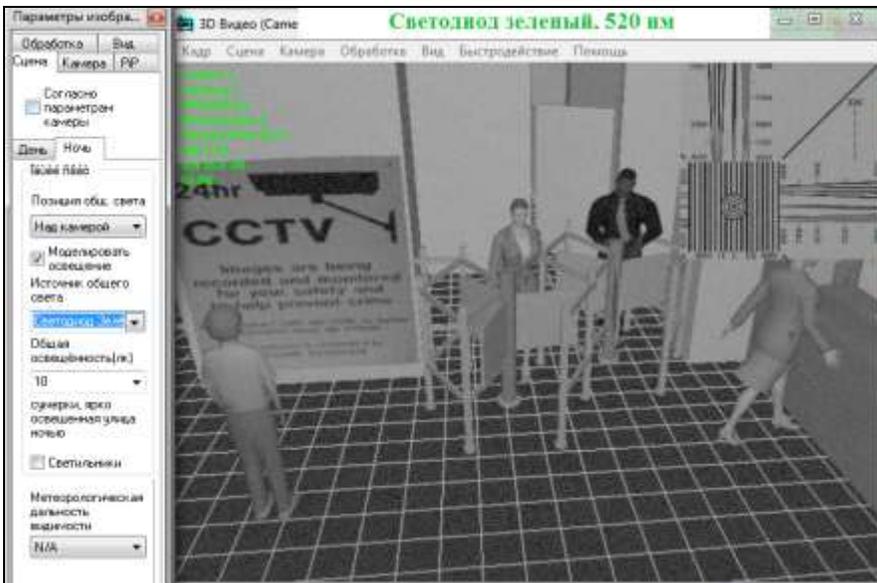


Рисунок 5.5 – Определение чувствительности (минимальной освещенности) видеокамеры QH-1139C-3 с разрешающей способностью 600 ТВЛ

По результатам измерений с объективом F1.2, чувствительность видеокамеры QH-1139C-3 равна **0.05 лк** при отношении сигнал/шум **48 дБ** и **23IRE**, что практически соответствует заявленным 0.03 лк.

При ночном общем освещении в 1 лк изображение становится практически полностью «читаемым»: контуры фигур различимы, текст читаем.





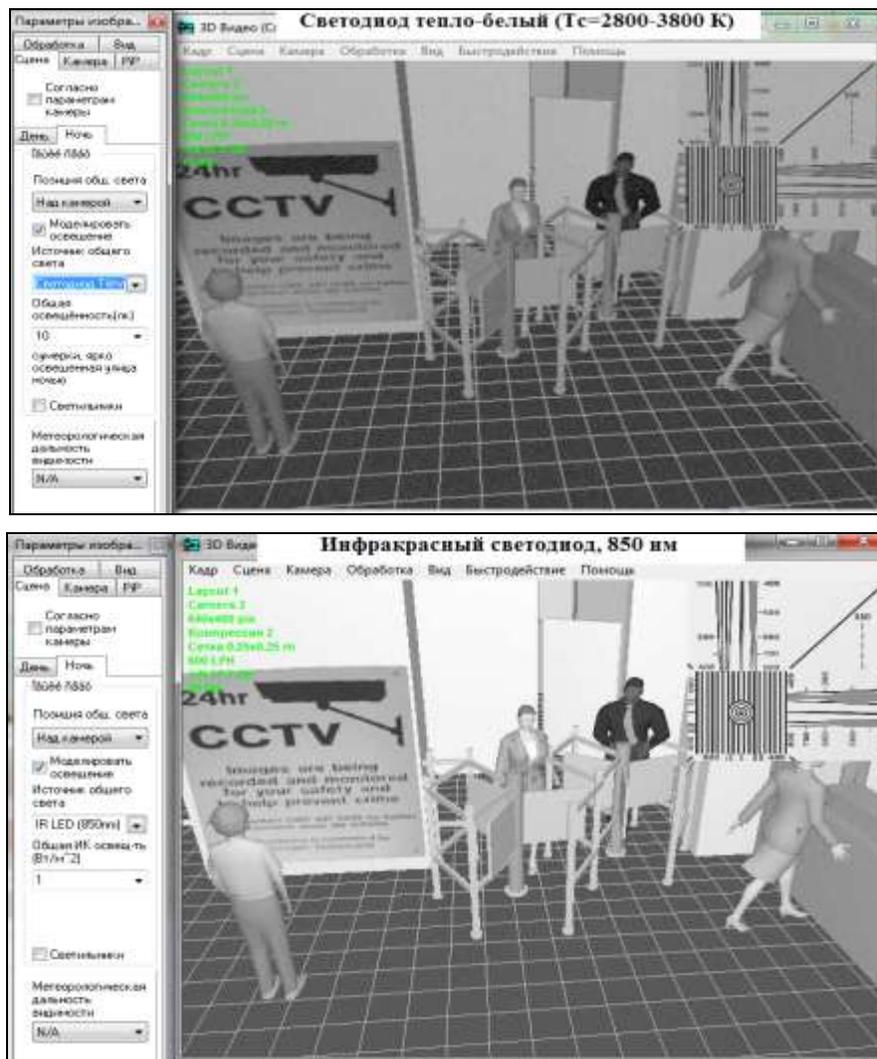


Рисунок 5.6 – Визуальная оценка чувствительности видеокамеры QH-1139C-3, 600 ТВЛ в зависимости от спектральной составляющей подсветки

## 5.2 Определение чувствительности цветной видеокамеры JN-2019P с разрешающей способностью 420 ТВЛ

Аналогичным образом производим моделирование для цветной камеры JN-2019P с разрешающей способностью 420 ТВЛ. Параметры видеокамеры представлены в таблице 6.1.

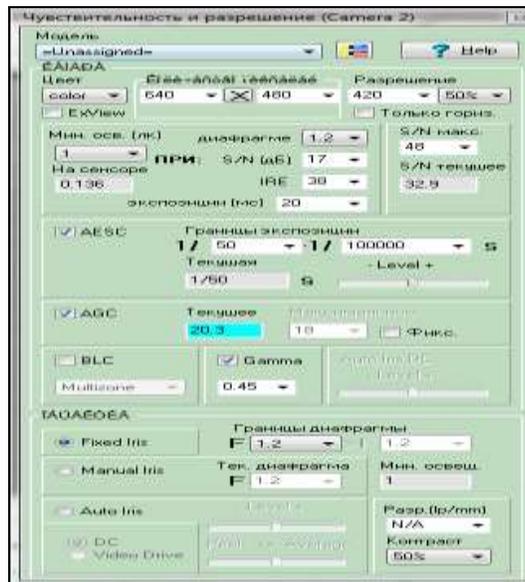


Рисунок 5.7 – Назначение модели параметров видеокамеры JN-2019P

Результаты моделирования определения чувствительности цветной видеокамеры JN-2019P с разрешающей способностью 420 ТВЛ представлены на рисунке 5.9.

По результатам измерений (рисунок 5.9) с объективом F1.2, чувствительность видеокамеры JN-2019P равна **1 лк** при отношении сигнал/шум **48 дБ** и **39 IRE**, что ниже заявленных 0.5 лк.



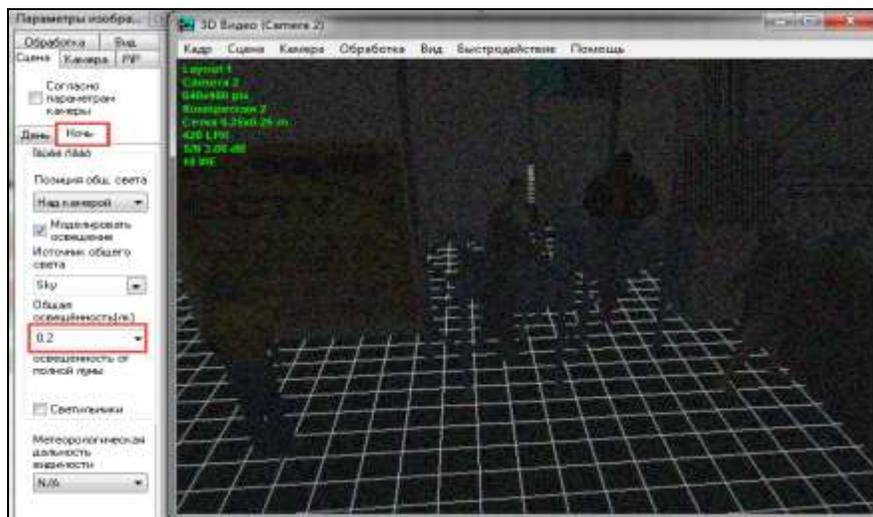


Рисунок 5.8 – Демонстрация изображений, полученных с монитора, при дневном и ночном освещении

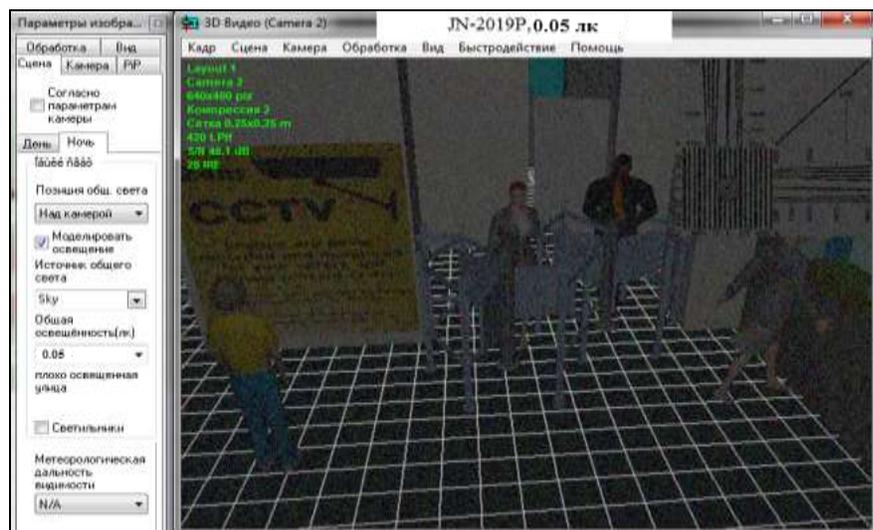
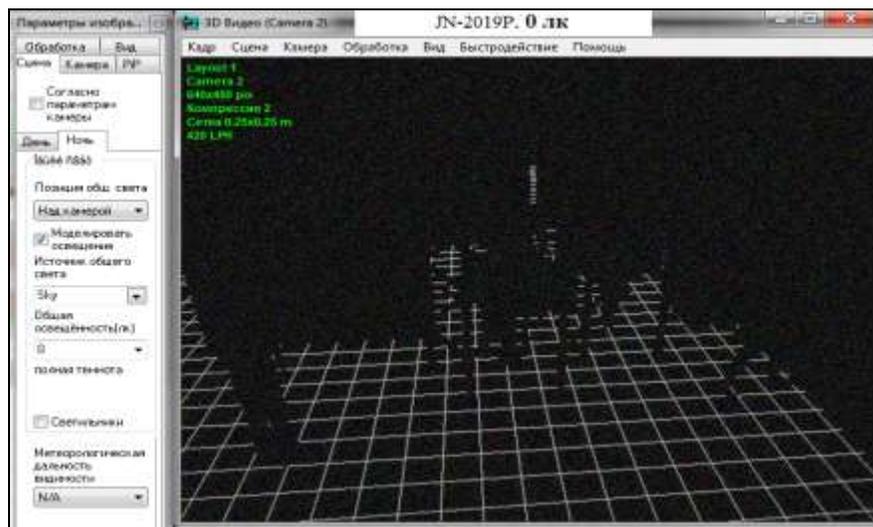
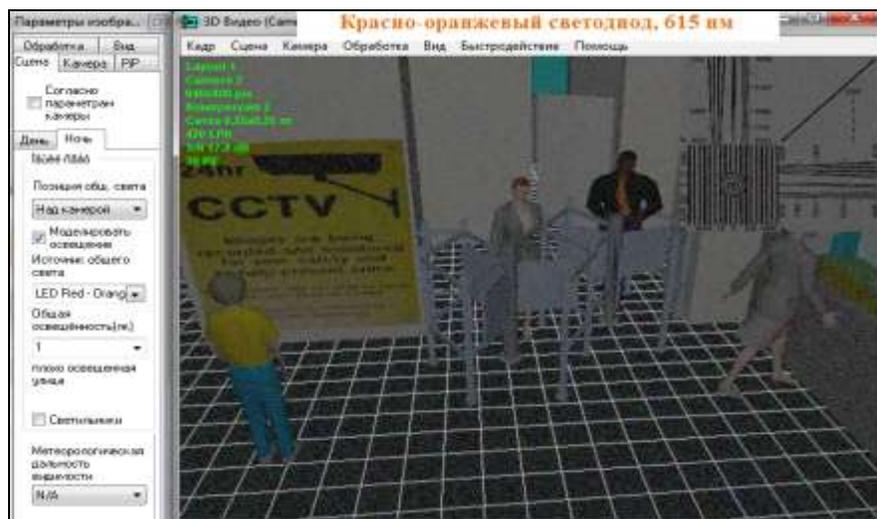
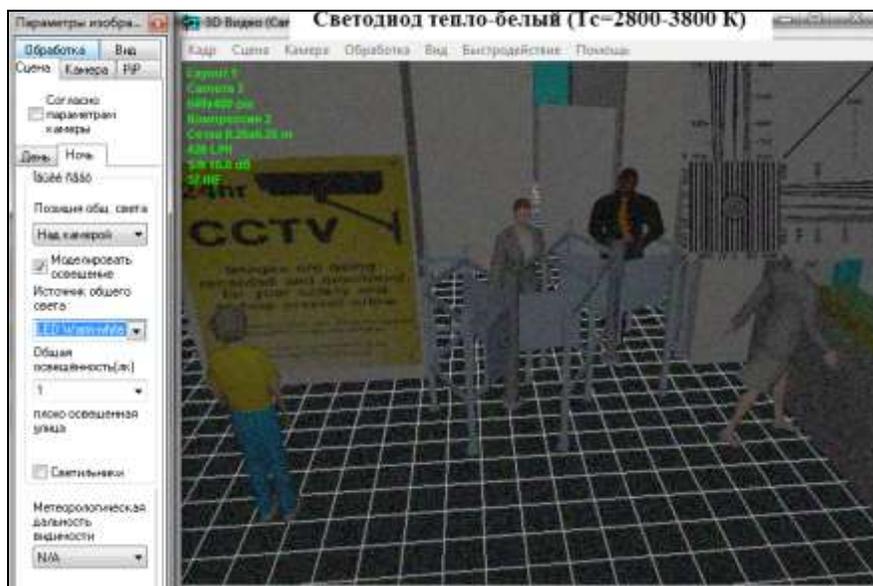




Рисунок 5.9 – Определение чувствительности (минимальной освещенности) цветной видеокамеры JN-2019P с разрешающей способностью 420 ТВЛ





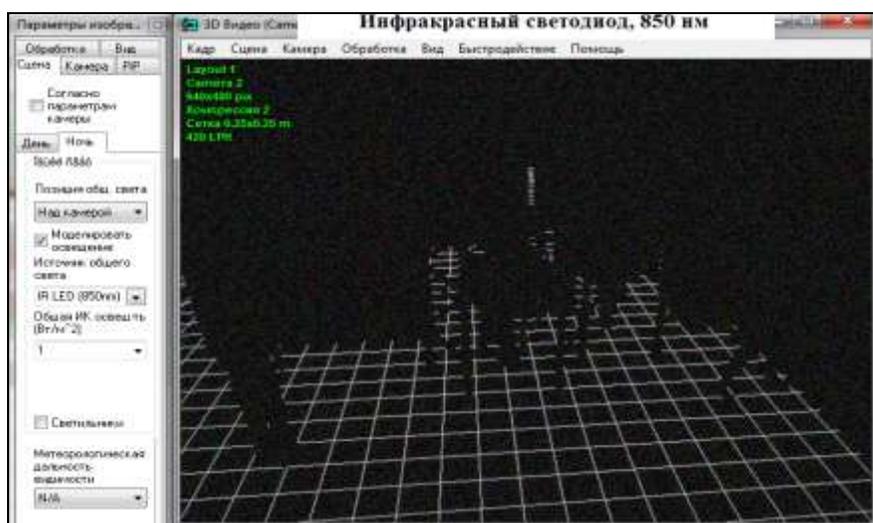


Рисунок 5.10 – Визуальная оценка чувствительности цветной видеокамеры JN-2019P, 420 ТВЛ в зависимости от спектральной составляющей подсветки

При общем ночном освещении в 1 лк контуры изображения и цветовая гамма полностью восстановлены.

### 5.3 Определение чувствительности черно-белой видеокамеры VHT VC45B-230 с разрешающей способностью 420 ТВЛ

Аналогичным образом производим моделирование для черно-белой видеокамеры VHT VC45B-230 с разрешающей способностью 420 ТВЛ. Параметры видеокамеры представлены в таблице 6.1.

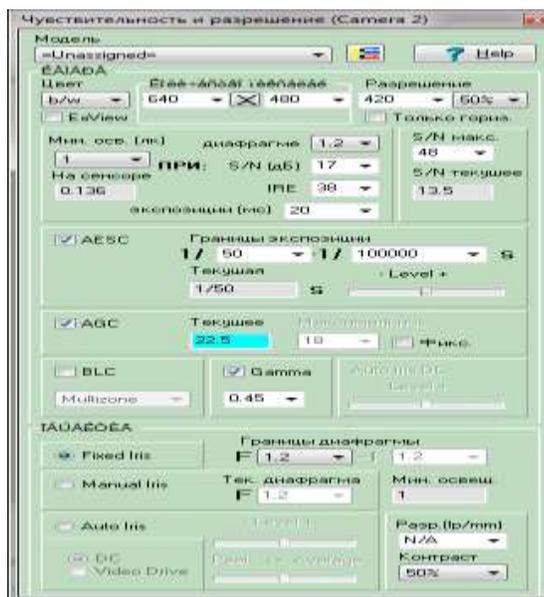


Рисунок 5.11 – Назначение модели параметров видеокамеры VHT VC45B-230

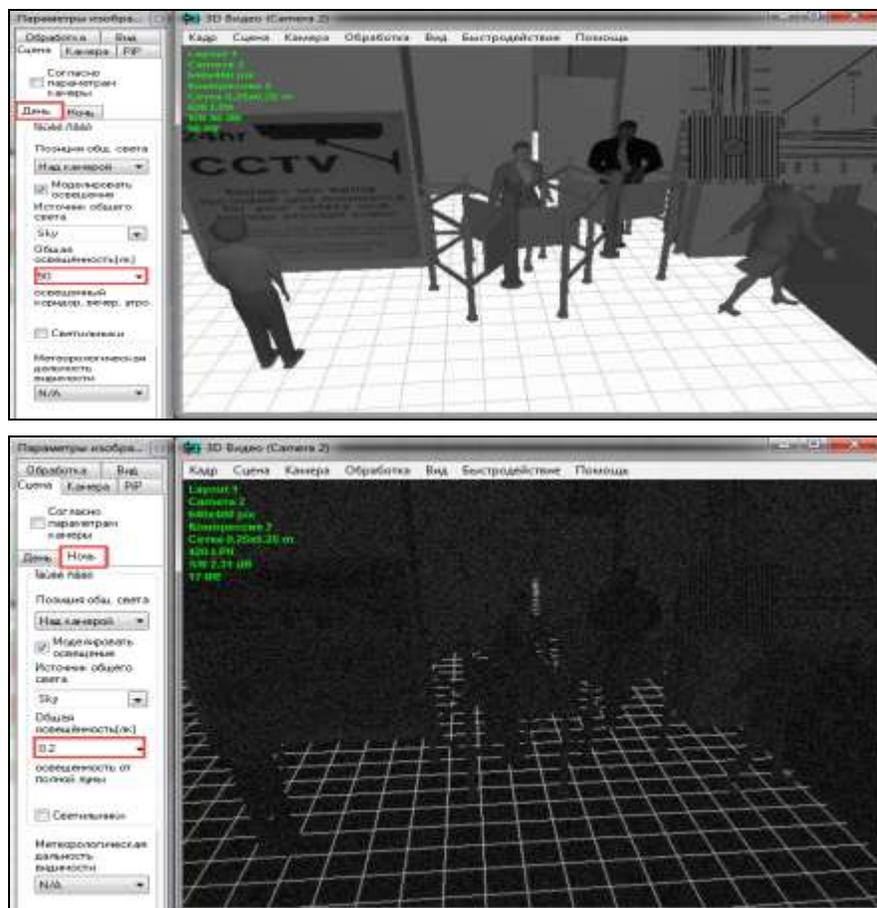
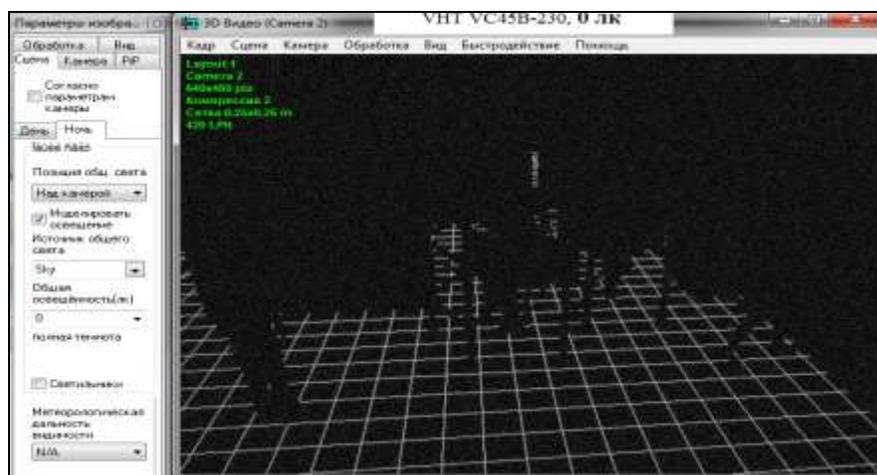


Рисунок 5.12 – Демонстрация изображений, полученных с монитора, при дневном (слева) и ночном (справа) освещении

Результаты моделирования определения чувствительности черно-белой видеокамеры VHT VC45B-230 с разрешающей способностью 420 ТВЛ представлены на рисунке 4.13.



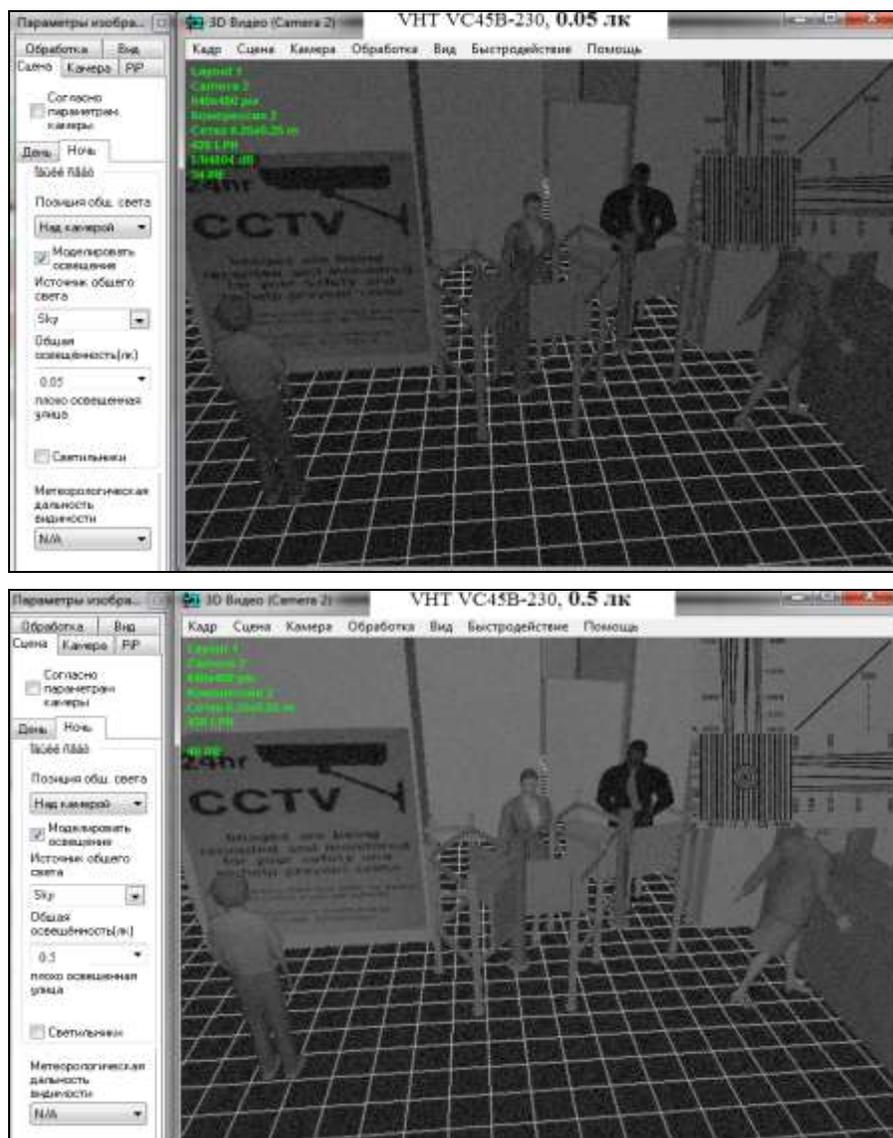
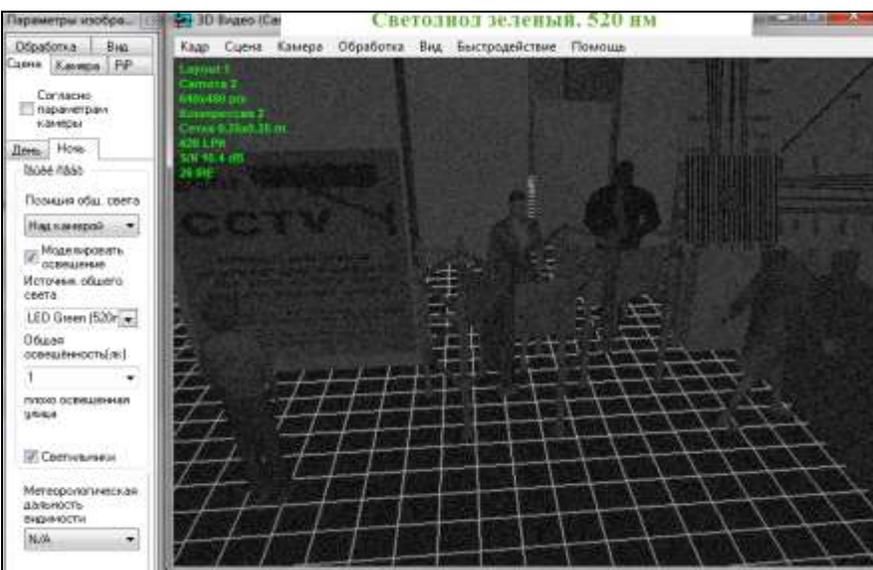
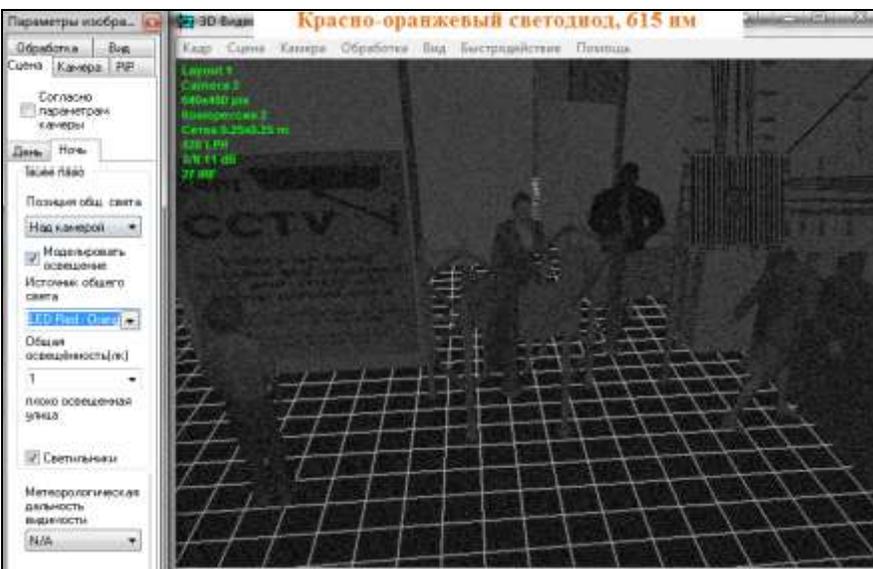
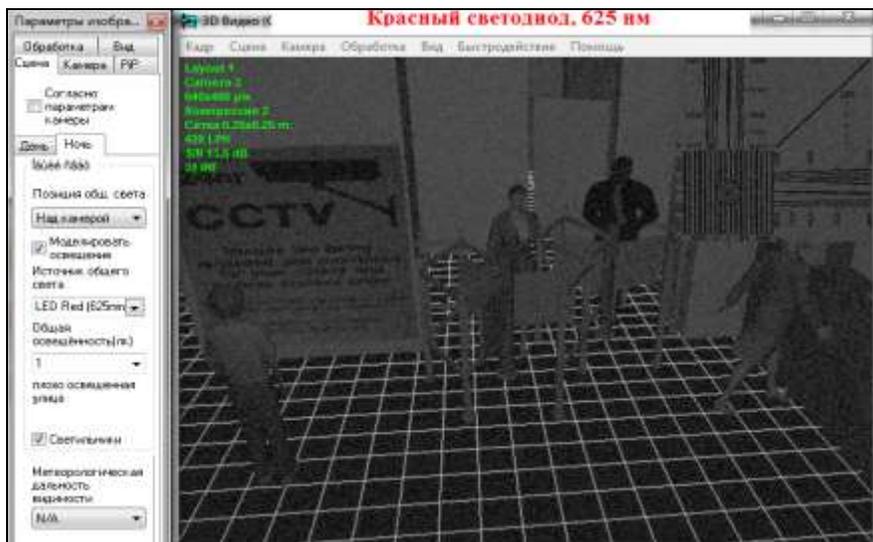


Рисунок 5.13 – Определение чувствительности (минимальной освещенности) черно-белой видеокамеры VHT VC45B-230 с разрешающей способностью 420 ТВЛ

По результатам измерений с объективом F1.2, чувствительность видеокамеры VHT VC45B-230 равна **0.05 люкс** при отношении сигнал/шум **48 дБ** и **34IRE**, что практически соответствует паспортным данным – 0.03 люкс.

При общем ночном освещении в 1 люкс контуры изображения становятся различимыми, при 2 люксах текст читаем.



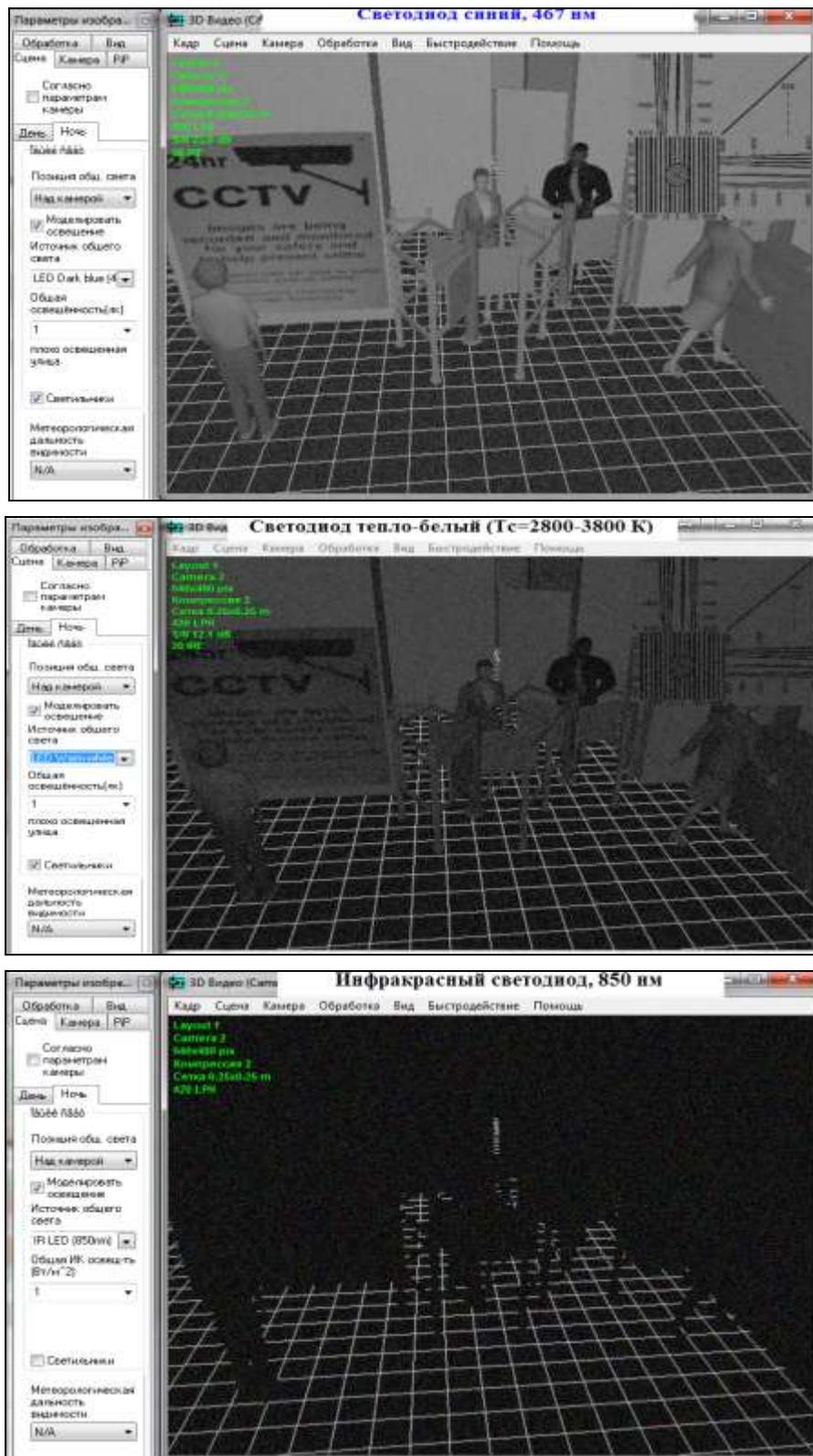


Рисунок 5.14– Визуальная оценка чувствительности черно-белой видеокамеры VHT VC45B-230, 420 ТВЛ в зависимости от спектральной составляющей подсветки

## 5.4 Определение чувствительности цветной видеокамеры ТАТ-603S с разрешающей способностью 380 ТВЛ

Аналогичным образом производим моделирование для цветной камеры ТАТ-603S с разрешающей способностью 380 ТВЛ. Параметры видеокамеры представлены в таблице 6.1.

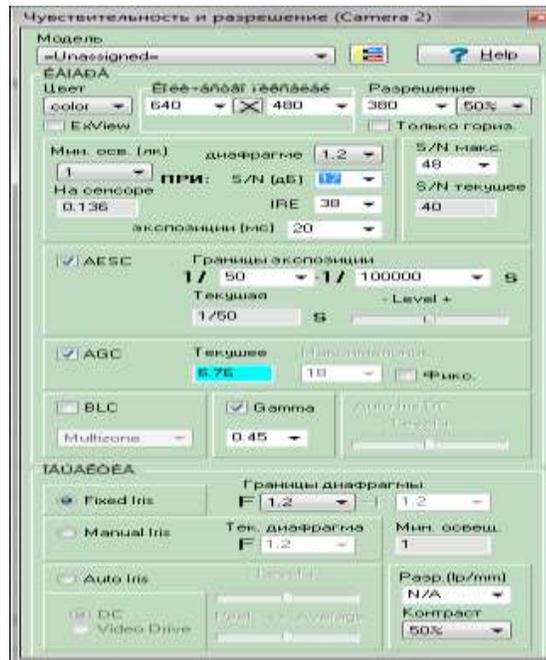
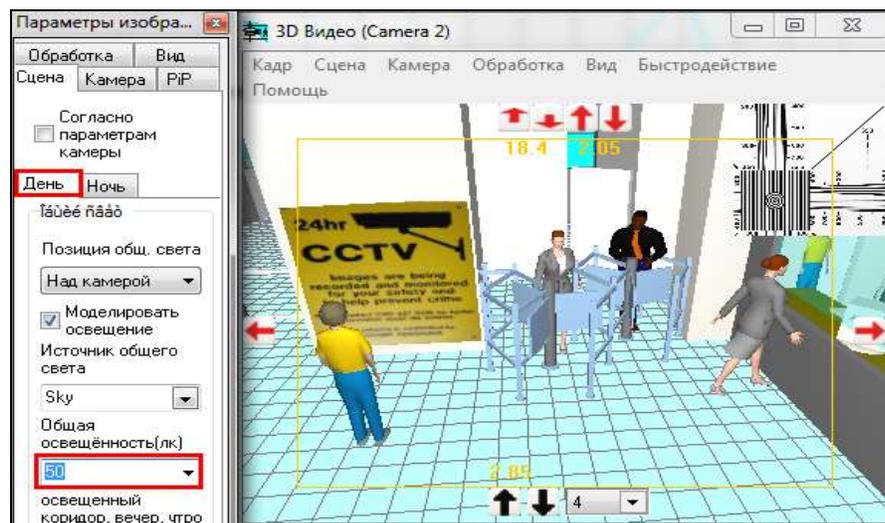


Рисунок 5.15 – Назначение модели параметров видеокамеры ТАТ-603S

Результаты моделирования определения чувствительности цветной видеокамеры ТАТ-603S с разрешающей способностью 380 ТВЛ представлены на рисунке 5.17.



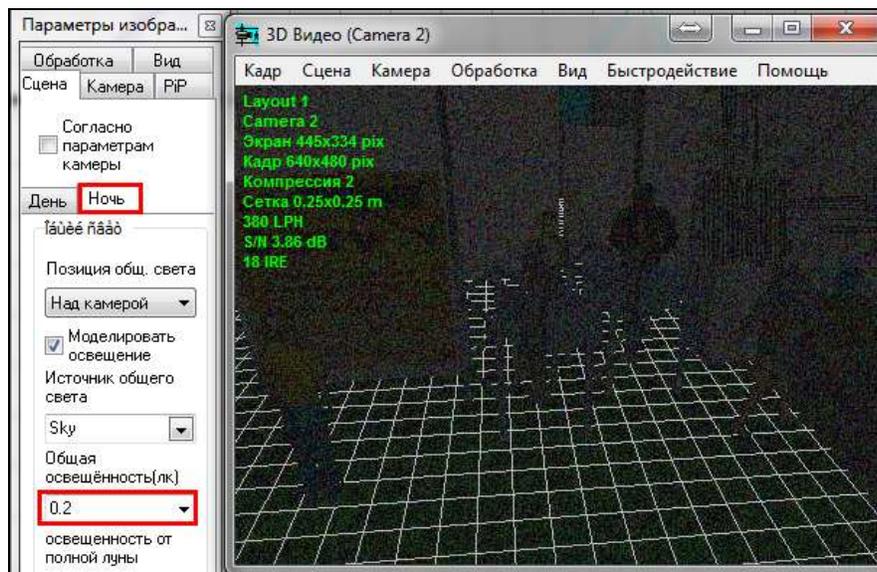
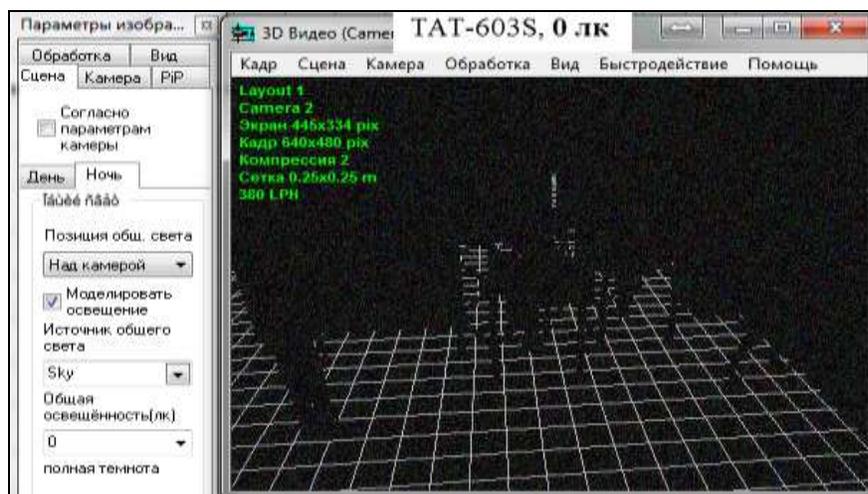


Рисунок 5.16 – Демонстрация изображений, полученных с монитора, при дневном (слева) и ночном (справа) освещении



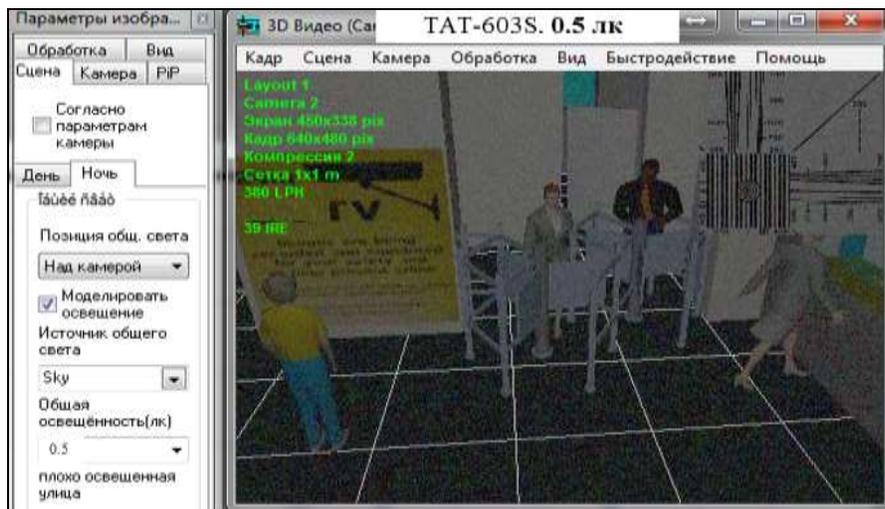
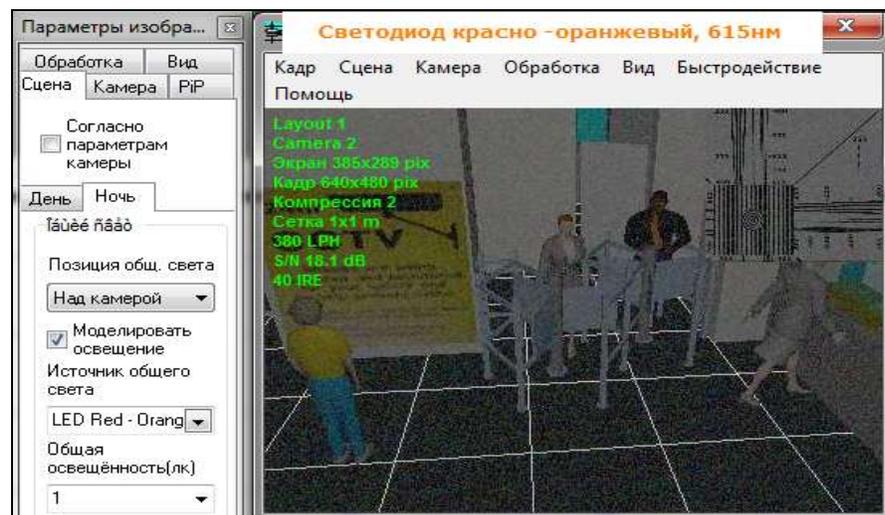
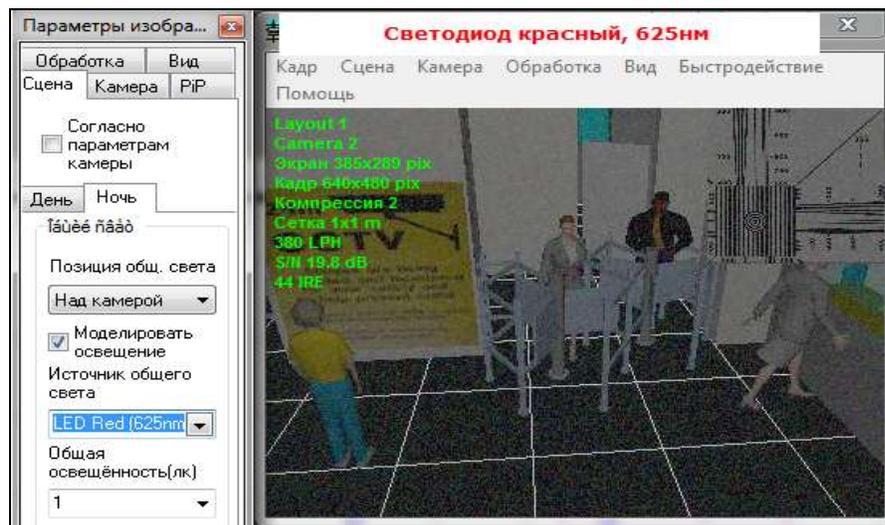
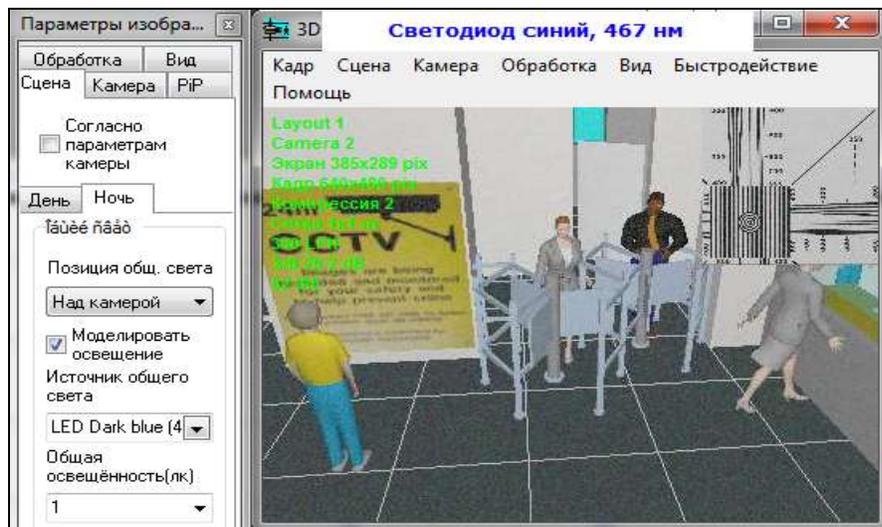
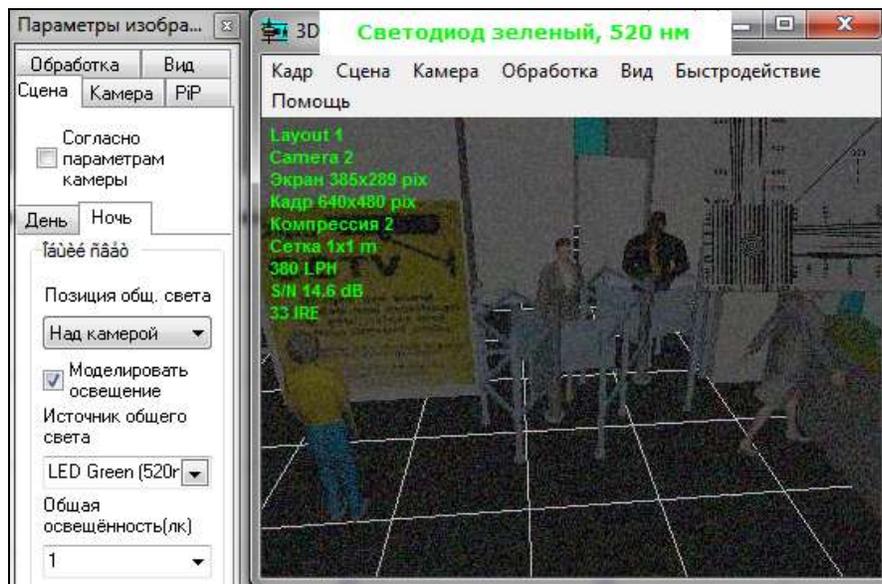


Рисунок 5.17 – Определение чувствительности (минимальной освещенности) цветной видеокамеры ТАТ-603S с разрешающей способностью 380 ТВЛ





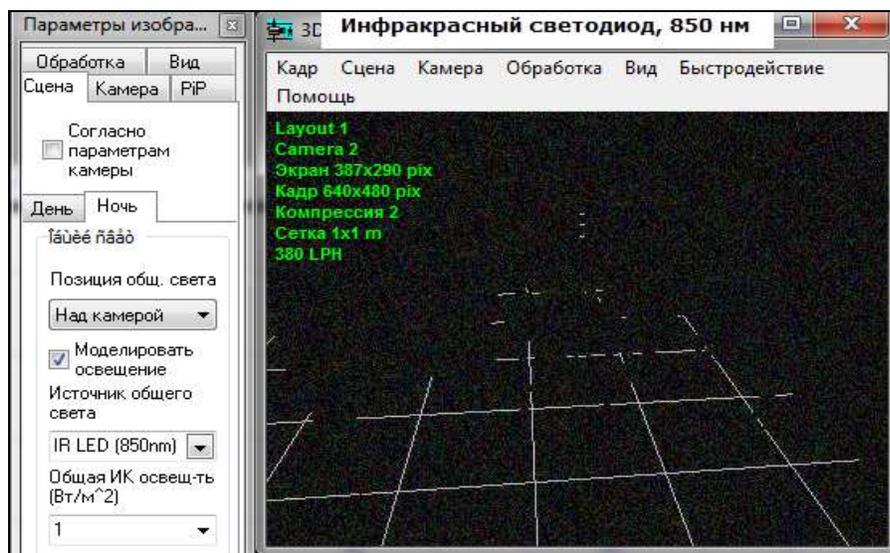


Рисунок 5.18 – Визуальная оценка чувствительности цветной видеокамеры ТАТ-603А, 380 ТВЛ в зависимости от спектральной составляющей подсветки

По результатам измерений с объективом F1.2, чувствительность видеокамеры ТАТ-603S равна **1 лк** при отношении сигнал/шум **48 дБ** и **39 IRE**, что практически соответствует заявленным 0.8 люкс.

При общем ночном освещении в 1 лк контуры изображения и цветовая палитра становятся различимыми, при 5 лк текст читаем.

## **6 Описание работы стенда и ориентировочный перечень проводимых работ**

### **6.1 Оценка качества видеосигнала от спектральных составляющих подсветки**

Качество видеокамеры определяется целым рядом показателей, однако в большинстве случаев при выборе камеры для конкретной системы достаточно ориентироваться на ГОСТ Р 51558-2000, который предусматривает обязательную входную проверку трёх технических характеристик видеокамер: разрешающая способность; рабочий диапазон освещенностей (чувствительность) и отношение сигнал/шум. В ходе проведения экспериментов большее внимание уделяется чувствительности, так как именно чувствительность видеокамеры влияет на качество картинки при плохом освещении (в сумеречное или ночное время суток).

Основной задачей данной работы является определение зависимости основных характеристик видеокамеры от спектральных составляющих подсветки и определение возможности использования подсветки видимого спектра. Экспериментальная часть работы проводилась в лаборатории систем видеонаблюдения Алматинского университета энергетики и связи. Программа эксперимента включала в себя:

- проверку соответствия характеристик различных типов видеокамер при нормальном освещении (без затемнения);
- проверку характеристик видеокамер в теневой камере с использованием различных вариантов подсветки (инфракрасная, красная, оранжевая, зеленая, синяя, фиолетовая, белая).

Для оценки параметров видеосигнала были проведены экспериментальные исследования в соответствии со структурной схемой, представленной на рисунке 6.1. Используемый стенд представляет собой теневую камеру, на одной из стенок которой расположен штатив для фиксирования видеокамеры с возможностью изменения расстояния от ее объектива до держателя. Объектив видеокамеры направлен на держатель, расположенный с противоположной стороны теневой камеры. Держатель предназначен для размещения на нём плакатов в виде тестовых таблиц и любого иного графического материала, требующегося для снятия характеристик используемых видеокамер. Тестовая таблица должна иметь шкалу градаций яркости от черного до белого и общий коэффициент отражения 90 % для белой части этой шкалы. На держателе установлен датчик люксметра, необходимый для определения уровня освещенности на наблюдаемом объекте внутри стойки. Теневая камера оснащена затемняющими шторками (которые не отображены на приведенном рисунке стенда), позволяющими создать необходимый уровень освещения (или затемнения)

внутри теневой камеры. В соответствии со световой характеристикой чувствительности необходимо было снять и остальные (основные) характеристики видеокамер – разрешающую способность и соотношение сигнал/шум. На левой стенке теневой камеры расположены элементы подсветки.

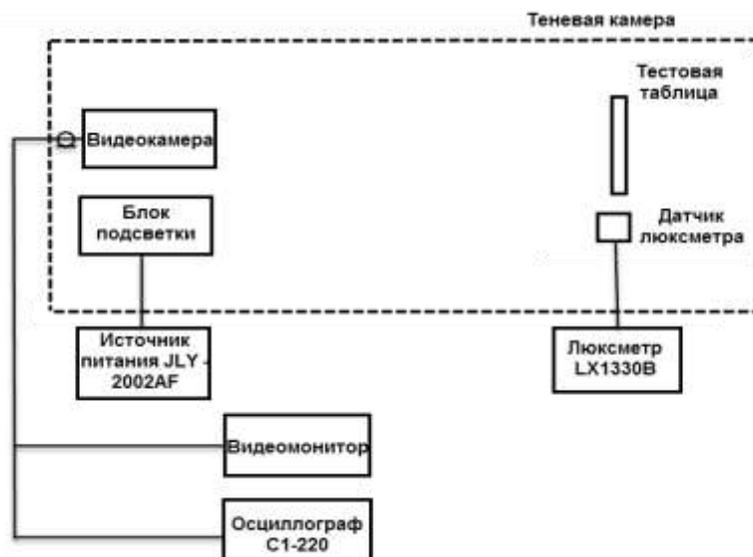


Рисунок 6.1 – Общая структурная схема для проведения экспериментальных исследований

Так же на стенде смонтирован блок питания постоянного тока с выходным напряжением 12В, предназначенный для обеспечения электропитания видеокамер, что дает возможность проведения экспериментов с подключениями различных типов видеокамер. Эксперимент проводился с использованием четырех моделей видеокамер – TAT-603S, JN-2019P, VHT VC45B-230 и QIHAN QH-1139C-3 при разрешающих способностях 380, 420 и 600 ТВЛ.

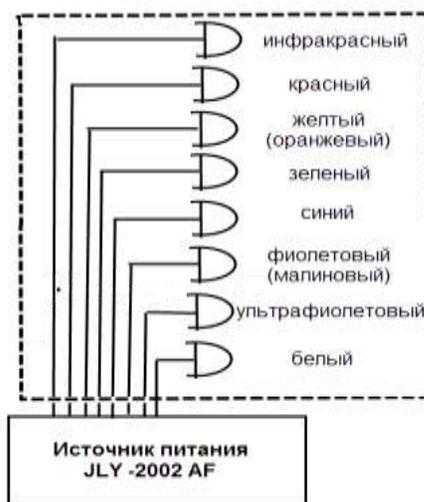


Рисунок 6.2 – Структурная схема подключения различных видов подсветки

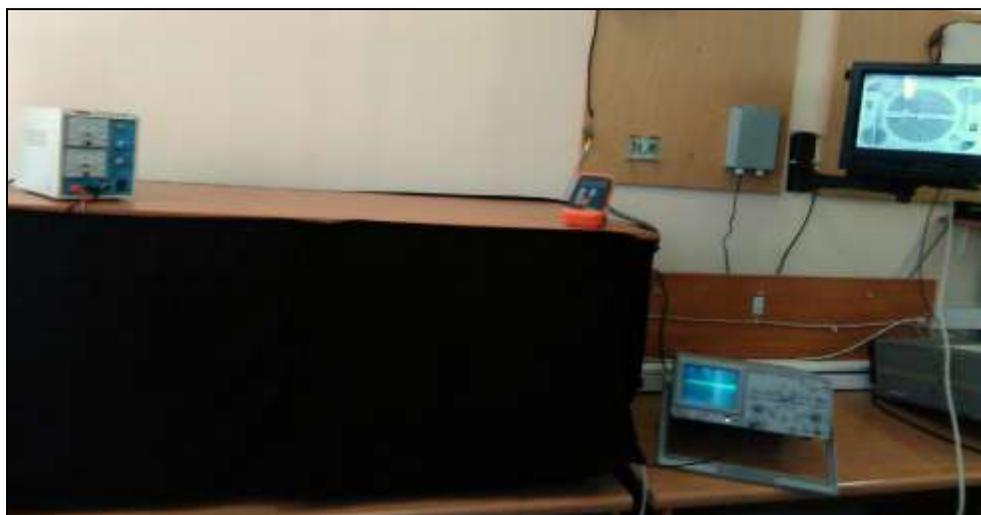


Рисунок 6.3 – Изображение внешнего вида стенда



Рисунок 6.4 – Изображение внутреннего теневого камеры

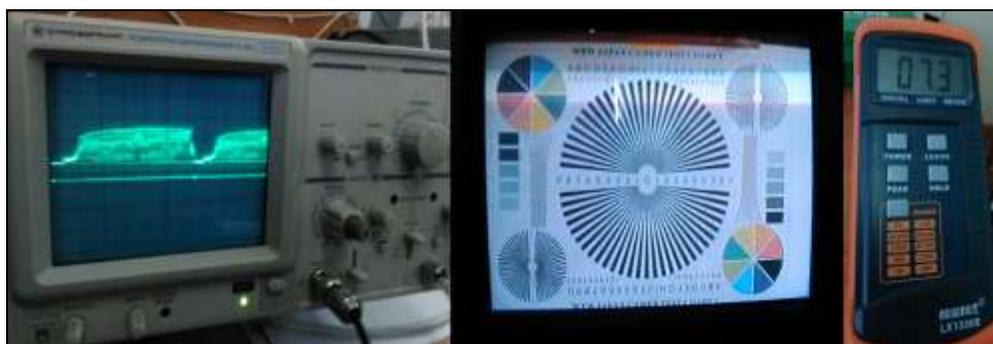


Рисунок 6.5 – Изображение, полученное с видеомонитора без применения подсветки в условиях лабораторного стенда без затемнения

В ходе проведения эксперимента были использованы: видеомонитор, осциллограф С1-220, блок питания Zhaoxin JPS-2002DG, люксметр LX1330B и блок подсветки в виде светодиодов различного диапазона. Блок подсветки должен был включать в себя использование 8 типов подсветки (инфракрасный, красный, оранжевый, зеленый, синий, фиолетовый, ультрафиолетовый и белый), однако, ультрафиолетовый тип подсветки не был найден. Кроме этого люксметр не измеряет данную область спектра.

## 6.2 Основные технические характеристики используемого оборудования

Основные технические характеристики четырех моделей видеокамер – TAT-603S, JN-2019P, VHT VC45B-230 и QIHAN QH-1139C-3, взятые из паспортов и технических описаний, представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Технические характеристики используемых видеокамер

Модель	JN-2019P	VHT VC45B-230	TAT -603S	QIHAN QH-1139C-3
Матрица	1/4"SHARP	1/3"	1/4"SHARP	1/3"DIS
Система	NTSC, PAL	Черно - белая	NTSC, PAL	PAL
Разрешение	420 ТВ линий	420 ТВ линий	380 ТВ линий	600 ТВ линий
Число пикселей	PAL:500H×582V NTSC:510H×492V		PAL:500H×582V NTSC:510H×492V	
Чувствительность	0.5 люкс/F1.2	0.03 люкс/F1.4	0.8 люкс/F1.2	0 люкс (ИК вкл.)
Электронный затвор, сек	1/50(1/60)~1/100,000 (sec) Auto	1/50~1/100,000 (sec)	1/50(1/60)~1/100,000 (sec)	
Компенсация заднего света	Auto	Auto	ON/OFF Switchable	Auto
Отношение сигнал/шум, дБ	48dB	50dB	48dB	48dB
Гамма коррекция	0.45	0.45 или 1.0 переключается	-	-
Диапазон рабочих температур	-10°C ~ 50°C	-10°C ~ 40°C	-10°C ~ 50°C	-10°C ~ 50°C
Управление авто диафрагмой	Video/DC Switchable	Video	-	-
Синхронизация	Внутренняя	Внутренняя	-	-
Видео выход	1.0v p-p /75	1.0v p-p /75	1.0v p-p /75	-
Питание	DC12V, ≤150mA	DC12V, ≤150mA A	DC12V, ≤150mA	DC12V, ≤300mA
Размеры, мм	125(l)×58(W)×49(H) mm	100(l)×50(W)×50(H) mm	φ108mm×70mm	128(l)×90(W)×70(H) mm
Встроенная подсветка	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отключена

В таблице 6.2 представлены технические характеристики используемого люксметра LX1330B [24].

Таблица 6.2 – Технические характеристики люксметра LX 1330B

Технические характеристики	Значения
Диапазон измерений	0,01-200000 люкс;
Точность	$\pm(3\%+10 \text{ ед.})$
Разрешение	0,01 люкс
Время замера	0,5 сек
Тип датчика	выносной силиконовый фотодиод с фильтром
Дисплей	LCD, 18 мм $3^{1/2}$ , с подсветкой
Дополнительные функции	Фиксация показания;
	Минимальные и максимальные значения;
Габаритные размеры	160x79x43 мм
Вес	250 г
Спектральная характеристика	380 – 760 нм

В таблице 6.3 приводятся технические характеристики источника питания Zhaoxin JPS-2002DG [25].

Таблица 6.3 – Технические характеристики источника питания Zhaoxin JPS-2002DG

Технические характеристики	Значения
Выходное напряжение, В	0 - 20
Выходной ток, А	0 - 2
Уровень пульсаций по напряжению, мВ	$\leq 1$
Коэффициент влияния нагрузки по напряжению, %	$\leq 0.01 + 2 \text{ мВ}$
Коэффициент влияния нагрузки по току, %	$\leq 0.2 + 3 \text{ мА}$
Коэффициент влияния напряжения питания, %	$\leq 0.01 + 2 \text{ мВ}$
Время восстановления, мкс	$< 100$
Индикация значений выходного тока и напряжения	4-х сегментные ЖК индикаторы с точностью $\pm 1\%$
Погрешность измерений силы тока и напряжения, %	$< 2,5$
Рабочая температура при относительной влажности $< 90\%$ , °С	-10 ... +40
Температура хранения прибора при относительной влажности $< 80\%$ , °С	-10 ... +40
Габаритные размеры, мм	275 x 126 x 155
Масса, кг	3,08
Питание, В	$\sim 220 \text{ В} \pm 10 \%, 50/60 \text{ Гц}$

Таблица 6.4 – Технические характеристики осциллографа С1-220

Параметры		Значения
Канал вертикального отклонения	Полоса пропускания (-3 дБ)	Основная При усилении $\times 5$
	Коэффициент отклонения ( $K_{откл}$ )	
	Погрешность установки $K_{откл}$	Основная При усилении $\times 5$
	Время нарастания	Основная При усилении $\times 5$
	Входной импеданс	
	Максимальное входное напряжение	
	Режимы работы	
	Выход канала А	
	Коэффициент развертки ( $K_{разв}$ )	
	Погрешность установки $K_{разв}$	Без растяжки С растяжкой $\times 10$
Канал горизонтального отклонения	Регулировка $K_{разв}$	
	Источники синхронизации	
	Режимы запуска развертки	
	Уровень внешней синхронизации	
Синхронизация	Вход внешней синхронизации	
	Полоса пропускания	
	Коэффициент отклонения	
	Погрешность	
	Разность фаз X-Y	
Режим X-Y	Частотный диапазон	
	Диапазон напряжения	
Z-вход	Входное сопротивление	
	Размер экрана	
ЭЛТ	Напряжение ускорения	
	Напряжение питания	
Общие данные	Потребляемая мощность	
	Габаритные размеры	
	Масса	

Основные технические характеристики используемых светодиодов представлены в таблице 6.5 [27].

Таблица 6.5 - Предельные параметры работы светодиодов

Параметр	LED-P3-D-Red	LED-P3-D-Yellow	LED-P3-D-Green	LED-P3-D-Blue	LED-P3-D-White
Цвет	Красный ■	Желтый ■	Зеленый ■	Синий ■	Белый □
Длины волн, нм	620-630	580-595	520-530	460-470	
Материал изготовления	GaAlInP	GaAlInP	InGaN	InGaN	InGaN
Прямой ток IF, мА	700	700	700	700	700
Импульс прямого тока IF, мА	800	800	800	800	800
Обратное напряжение VR, В	2	2.0-2.8	3.0-3.8	3.0-3.8	3.2-4.0
Рассеиваемая мощность PD, Вт	3	3	3	3	3
Рабочая температура Tорг, °С	-40~+80	-40~+80	-40~+80	-40~+80	-40~+80
Температура хранения Tstg, °С	-40~+100	-40~+100	-40~+100	-40~+100	-40~+100

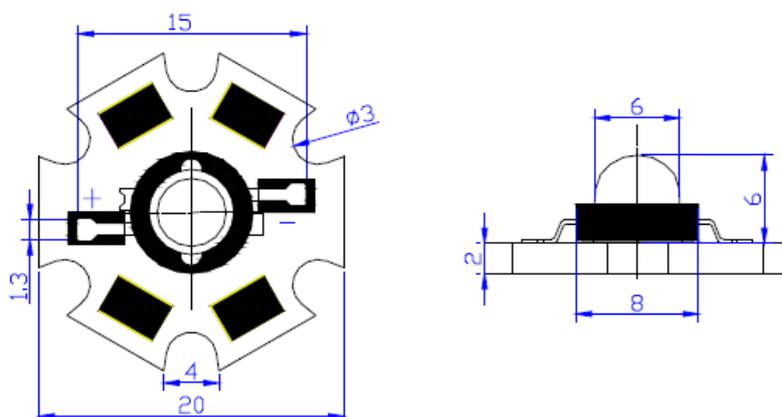


Рисунок 6.6 – Конструктивное исполнение светодиодов LED-P3-D

### 6.3 Устройство подсветки видеочамеры на основе управляемых RGB светодиодов

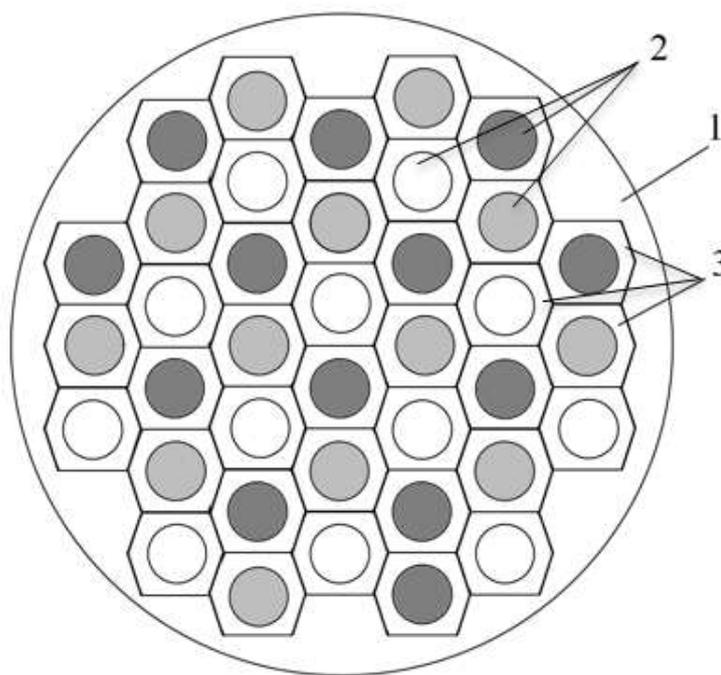
Для проведения экспериментальных исследований возникла необходимость использования в данном исследовании простого устройства подсветки видеочамеры, способного излучать хорошо управляемый белый свет с изменяемой цветовой температурой в широком диапазоне цветковых температур на основе RGB (red, green, blue) светоизлучающих диодов.

На данный момент существует множество способов и устройств для обеспечения освещения на основе светоизлучающих диодов различного диапазона. Наиболее близким устройством является «Осветительное устройство с матрицей управляемых излучателей», которое состоит из

матрицы излучателей света с ассоциативно связанными локальными блоками управления, локальными блоками возбуждения и локальными блоками датчиков. Блоки управления, блоки возбуждения и блоки датчиков могут быть реализованы посредством любого вида аппаратных средств, которые пригодны для выполнения своей задачи в сочетании с конкретной конструкцией осветительного устройства. Блоки управления могут содержать микроконтроллер, цифровой сигнальный процессор (ЦСП, DSP), специализированную интегральную схему (ASIC) или программируемую логику [28] (RU 2455706, G09G3/34, опубликовано 10.07.2012г).

Однако, использование известного устройства предполагает значительные трудности в реализации для наших целей, а именно:

- усложненное управление схемой подсветки, содержащее микроконтроллер, цифровой сигнальный процессор (ЦСП, DSP), специализированную интегральную схему (ASIC) или программируемую логику, что увеличивает стоимость прибора;
- наличие оптических барьеров, которые усложняют теплоотвод и не имеют необходимости для нашего случая [29].



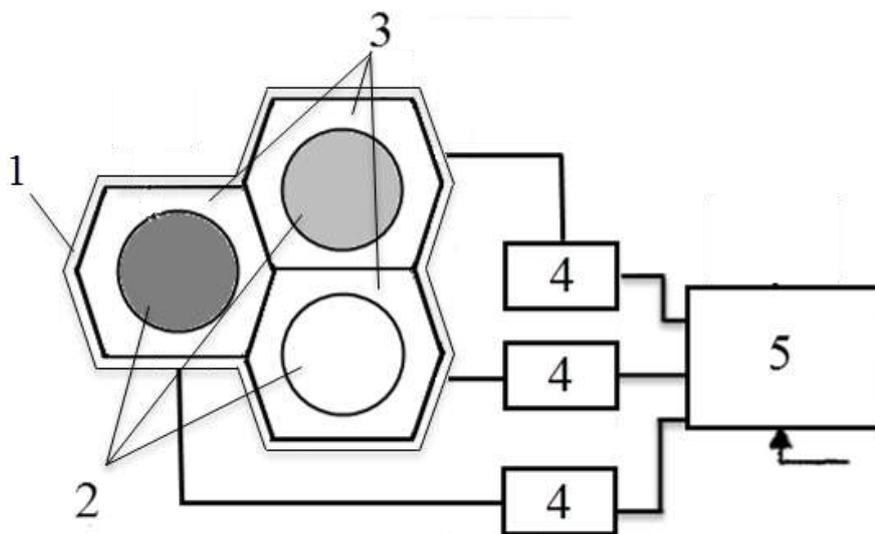
- 1 – матрица светоизлучающих диодов;
- 2 – светоизлучающие RGB диоды;
- 3 – радиаторы.

Рисунок 6.7 – Двумерная матрица осветительного устройства на основе RGB светодиодов

Исходя из перечисленных недостатков, для достижения технического результата было спроектировано устройство подсветки видеокамеры на основе управляемых RGB светодиодов, содержащее произвольную

двумерную матрицу управляемых светоизлучающих диодов, в виде красного, синего и зеленого цветов, с дополнительно введенными подстроечными резисторами, а светоизлучающие диоды снабжены радиаторами, причем оси излучения светоизлучающих диодов расположены таким образом, чтобы ось излучения каждого светоизлучающего диода была расположена в одной плоскости с соответствующим радиусом кругового ряда, а соединительные ножки каждого светоизлучающего диода соединены с источником питания и расположены в параллельных плоскостях [29].

Устройство подсветки содержит двухмерную матрицу, состоящую из RGB СИДов излучателей света (рисунок 6.7). В большинстве случаев матрица (1) представляет собой двухмерную плоскую компоновку излучателей света. Оси излучения RGB СИДов (2), снабженные радиаторами (3), могут располагаться под углом к оптической оси объектива в зависимости от требуемой диаграммы излучения осветительного прибора. Для достижения требуемого технического результата использованы подстроечные резисторы (4), которые могут быть заменены на подобранные постоянные. Блок (5) питания присоединен к подобранным резисторам (4), которые обеспечивают присутствие всех трех цветов в соответствующей пропорции для получения итогового белого света [29].



- 1 – матрица светоизлучающих диодов;
- 2 – светоизлучающие RGB диоды;
- 3 – радиаторы;
- 4 – резисторы;
- 5 – блок питания.

Рисунок 6.8 – Устройство подсветки видеокamеры на основе управляемых RGB светодиодов

Осветительные приборы, включающие в себя СИДы красного, зеленого и синего света, т.е. приборы на основе RGB СИДов, могут проецировать лучи

света, имеющего видимый цвет белого, в частности, когда освещают белую или иную полностью отражающую поверхность.

#### **6.4 Экспериментальное подтверждение правильности выбранной методики исследования**

Порядок проведения эксперимента:

а) Отключили на видеокамере все дополнительные обработки изображения. Оставили включенными лишь электронный затвор и АРУ.

Чувствительность IP камер может зависеть также от количества пикселей изображения. Чем больше количество пикселей - чем меньше размер каждого пикселя - тем хуже чувствительность.

Корректно измерить чувствительность современной IP камеры - задача крайне трудоемкая. Так как при уменьшении освещенности сцены во многих современных видеокамерах мгновенно запускается шумоподавление, снижается частота кадра, объединяются соседние пиксели, а также многократно увеличивается экспозиция, исчезает цвет, уровень чёрного поднимается и шумы тонут в чёрном вместе с тёмными деталями изображения. При чём во многих случаях отключить эту автоматику практически невозможно, с чем мы и столкнулись во время проведения экспериментальных исследований.

б) Установили на всех используемых в эксперименте видеокамерах одинаковый объектив – F1.2, установили камеру на штатив таким образом, чтобы в поле зрения находилась тестовая таблица, подключили камеру к видеомонитору и вывели изображение на экран.

в) В поле зрения видеокамеры установили датчик люксметра.

г) Установили над видеокамерой устройство подсветки

д) Немного расфокусировали изображение, чтобы сгладить возможные неровности таблицы.

е) Затемнили теневую камеру.

ж) Изменяя расстояние от лампы до таблицы, получили на экране видеомонитора изображение с видимыми шумами.

з) Сохраните кадр и запишите освещённость по показаниям люксметра.

и) Повторили п. 7 и 8 для различных типов подсветки.

к) Нашли изображение с отношением сигнал/шум **48дБ**. Записали максимальный уровень яркости и освещённость (минимальная освещённость камеры), при которой получено это изображение.

##### **6.4.1 Определение чувствительности цветной видеокамеры QIHAN QH-1139C-3 с разрешающей способностью 600 ТВЛ**

Эксперимент №1 проводился при использовании цветной видеокамеры QIHAN QH-1139C-3 с разрешающей способностью 600 ТВЛ и двумя типами изображения – с черно-белой и цветной тестовыми таблицами при использовании следующих типов подсветки: красный, оранжевый, зеленый,

синий, фиолетовый, белый, инфракрасный. На подсветку подавалось напряжение от 2 В до 3 В.

В таблице 6.6 представлены значения напряжений, снятых с осциллографа, и показания люксметра при подаче различного напряжения питания на подсветку перечисленных выше диапазонов.

На рисунке 6.10 представлена диаграмма чувствительности цветной видеокамеры QIHAN QH-1139C-3 с разрешающей способностью 600 ТВЛ

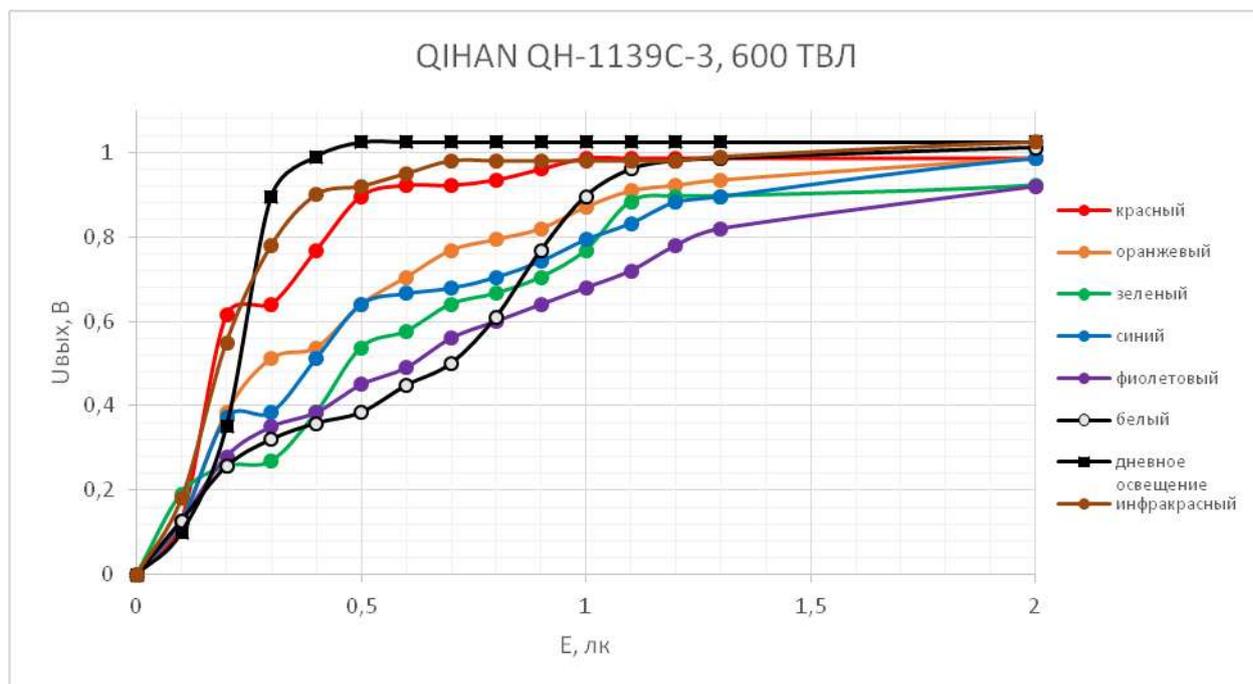


Рисунок 6.10 - Диаграмма измерений для цветной видеокамеры QIHAN QH-1139C-3 с разрешающей способностью 600 ТВЛ

Таблица 6.6 - Уровни сигналов для цветной видеокамеры QIHAN QH-1139C-3 с разрешающей способностью 600 ТВЛ

красный		оранжевый		зеленый		синий		фиолетовый		белый		инфракрасный		дневное освещение	
Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	0.13	0.1	0.13	0.1	0.19	0.1	0.13	0.1	0.13	0.1	0.13	0.1	0.18	0.1	0.10
0.2	0.61	0.2	0.38	0.2	0.26	0.2	0.37	0.2	0.28	0.2	0.26	0.2	0.55	0.2	0.35
0.3	0.64	0.3	0.51	0.3	0.27	0.3	0.38	0.3	0.35	0.3	0.32	0.3	0.78	0.3	0.90
0.4	0.77	0.4	0.54	0.4	0.38	0.4	0.51	0.4	0.38	0.4	0.36	0.4	0.90	0.4	1.0
0.5	0.90	0.5	0.64	0.5	0.54	0.5	0.64	0.5	0.45	0.5	0.38	0.5	0.92	0.5	1.0
0.6	0.92	0.6	0.70	0.6	0.58	0.6	0.67	0.6	0.49	0.6	0.45	0.6	0.95	0.6	1.0
0.7	0.92	0.7	0.77	0.7	0.64	0.7	0.68	0.7	0.56	0.7	0.50	0.7	0.98	0.7	1.0
0.8	0.93	0.8	0.79	0.8	0.67	0.8	0.70	0.8	0.60	0.8	0.61	0.8	0.98	0.8	1.0
0.9	0.96	0.9	0.82	0.9	0.70	0.9	0.74	0.9	0.64	0.9	0.77	0.9	0.98	0.9	1.0
1	1.0	1	0.87	1	0.77	1	0.79	1	0.68	1	0.90	1	0.98	1	1.0
1.1	1.0	1.1	0.91	1.1	0.88	1.1	0.83	1.1	0.72	1.1	0.96	1.1	0.98	1.1	1.0
1.2	1.0	1.2	0.92	1.2	0.90	1.2	0.88	1.2	0.78	1.2	0.98	1.2	0.98	1.2	1.0
1.3	1.0	1.3	0.93	1.3	0.90	1.3	0.90	1.3	0.82	1.3	1.0	1.3	0.99	1.3	1.0
2	1.0	2	0.99	2	0.92	2	0.99	2	0.92	2	1.0	2	1.0	2	1.0
2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	0.99	2.5	0.99	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0
2.7	1.0	2.7	1.0	2.7	1.0	3.5	1.0	2.8	1.0	2.7	1.0	2.7	1.0	2.7	1.0

#### 6.4.2 Определение чувствительности цветной видеокамеры ТАТ - 603S с разрешающей способностью 380 ТВЛ

Эксперимент №2 проводился при использовании цветной видеокамеры ТАТ - 603S с разрешающей способностью 380 ТВЛ и двумя типами изображения – с черно-белой и цветной тестовыми таблицами при использовании следующих типов подсветки: красный, желтый, зеленый, синий, малиновый, белый, инфракрасный. На подсветку подавалось напряжение от 2 В до 3 В.



Рисунок 6.11 – Внешний вид ТАТ – 603S модели видеокамеры

В таблице 6.7 представлены значения напряжений, снятых с осциллографа, и показания люксметра при подаче различного напряжения питания на подсветку перечисленных выше диапазонов.

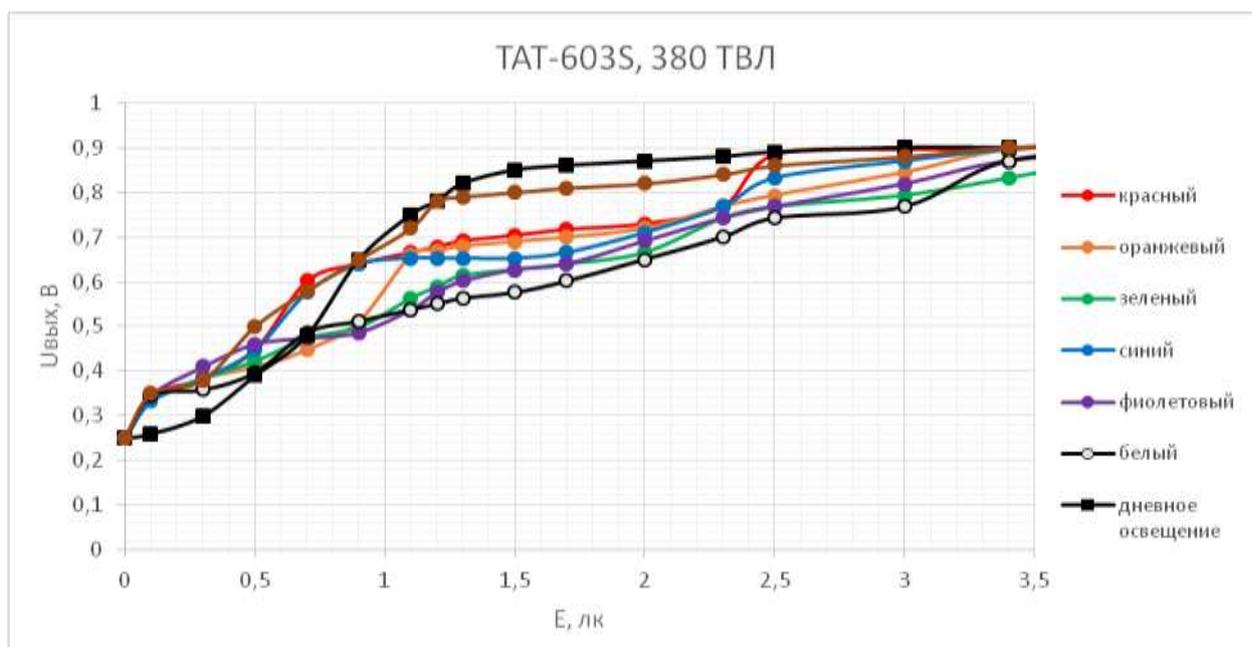


Рисунок 6.12 – Диаграмма измерений для цветной видеокамеры ТАТ-603S с разрешающей способностью 380 ТВЛ

Таблица 6.7 – Уровни сигналов для цветной ТАТ -603S видеокамеры с разрешающей способностью 380 ТВЛ

красный		оранжевый		зеленый		синий		фиолетовый		белый		инфракрасный		дневное освещение	
Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В
0	0.25	0	0.25	0	0.25	0	0.25	0	0.25	0	0.25	0	0.25	0	0.25
0.1	0.35	0.1	0.33	0.1	0.33	0.1	0.33	0.1	0.35	0.1	0.35	0.1	0.35	0.1	0.26
0.3	0.38	0.3	0.38	0.3	0.38	0.3	0.38	0.3	0.41	0.3	0.36	0.3	0.38	0.3	0.3
0.5	0.45	0.5	0.41	0.5	0.42	0.5	0.45	0.5	0.46	0.5	0.40	0.5	0.5	0.5	0.39
0.7	0.60	0.7	0.45	0.7	0.47	0.7	0.58	0.7	0.47	0.7	0.49	0.7	0.58	0.7	0.48
0.9	0.64	0.9	0.51	0.9	0.50	0.9	0.64	0.9	0.49	0.9	0.51	0.9	0.65	0.9	0.65
1.1	0.67	1.1	0.66	1.1	0.56	1.1	0.65	1.1	0.54	1.1	0.54	1.1	0.72	1.1	0.75
1.2	0.68	1.2	0.67	1.2	0.59	1.2	0.65	1.2	0.58	1.2	0.55	1.2	0.78	1.2	0.78
1.3	0.69	1.3	0.68	1.3	0.61	1.3	0.65	1.3	0.60	1.3	0.56	1.3	0.79	1.3	0.82
1.5	0.70	1.5	0.69	1.5	0.63	1.5	0.65	1.5	0.63	1.5	0.58	1.5	0.8	1.5	0.85
1.7	0.72	1.7	0.70	1.7	0.64	1.7	0.67	1.7	0.64	1.7	0.60	1.7	0.81	1.7	0.86
2	0.73	2	0.72	2	0.67	2	0.71	2	0.69	2	0.65	2	0.82	2	0.87
2.3	0.77	2.3	0.77	2.3	0.74	2.3	0.77	2.3	0.74	2.3	0.70	2.3	0.84	2.3	0.88
2.5	0.88	2.5	0.79	2.5	0.77	2.5	0.83	2.5	0.77	2.5	0.74	2.5	0.86	2.5	0.89
3	0.90	3	0.84	3	0.79	3	0.87	3	0.82	3	0.77	3	0.88	3	0.9
3.4	0.90	3.4	0.90	3.4	0.83	3.4	0.90	3.4	0.87	3.4	0.87	3.4	0.9	3.4	0.9
4	0.92	4	0.92	4	0.90	4	0.92	4	0.90	4	0.90	4	0.9	4	0.9

### 6.4.3 Определение чувствительности черно-белой видеокамеры VHT VC45B-230 с разрешающей способностью 420 ТВЛ

Эксперимент №3 проводился при использовании черно-белой видеокамеры VHT VC45B-230 с разрешающей способностью 420 ТВЛ и двумя типами изображения – с черно-белой и цветной тестовыми таблицами при использовании следующих типов подсветки: красный, желтый, зеленый, синий, малиновый, белый, инфракрасный. На подсветку подавалось напряжение от 2 В до 3 В.

В таблице 6.8 представлены значения напряжений, снятых с осциллографа, и показания люксметра при подаче различного напряжения питания на подсветку перечисленных выше диапазонов.



Рисунок 6.13 – Внешний вид VHT VC45B-230 модели видеокамеры

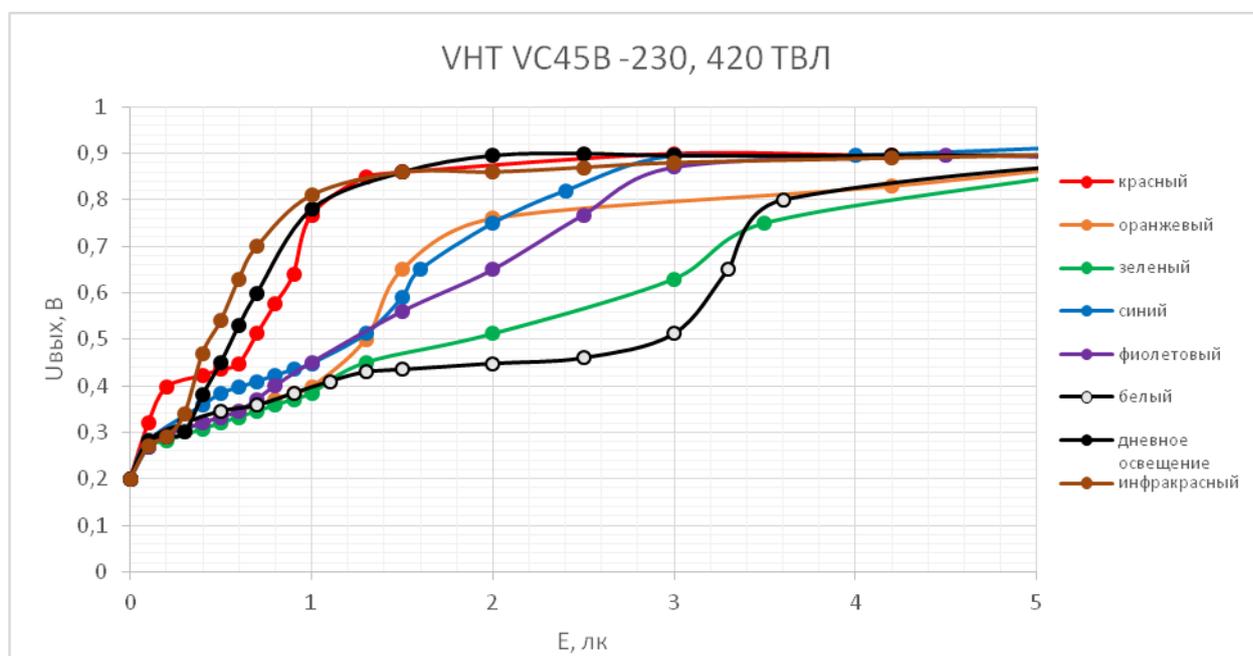


Рисунок 6.14– Диаграмма измерений для черно-белой видеокамеры VHT VC45B – 230 с разрешающей способностью 420 ТВЛ

Таблица 6.8 - Уровни сигналов для цветной VHT VC45B-230 видеокамеры с разрешающей способностью 420 ТВЛ

красный		оранжевый		зеленый		синий		фиолетовый		белый		дневное освещение		инфракрасный	
Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В
0	0.2	0	0.2	0	0.2	0	0.2	0	0.2	0	0.2	0	0.2	0	0.2
0.1	0.32	0.1	0.28	0.1	0.27	0.1	0.28	0.1	0.27	0.1	0.28	0.1	0.28	0.1	0.27
0.2	0.40	0.2	0.29	0.2	0.28	0.4	0.36	0.2	0.29	0.3	0.32	0.2	0.29	0.2	0.29
0.4	0.42	0.4	0.32	0.4	0.31	0.5	0.38	0.3	0.31	0.5	0.35	0.3	0.30	0.3	0.34
0.5	0.44	0.5	0.33	0.5	0.32	0.6	0.40	0.4	0.32	0.7	0.36	0.4	0.38	0.4	0.47
0.6	0.45	0.6	0.35	0.6	0.33	0.7	0.41	0.5	0.33	0.9	0.38	0.5	0.45	0.5	0.54
0.7	0.51	0.7	0.36	0.7	0.35	0.8	0.42	0.6	0.35	1.1	0.41	0.6	0.53	0.6	0.63
0.8	0.58	0.8	0.37	0.8	0.36	0.9	0.44	0.7	0.37	1.3	0.43	0.7	0.60	0.7	0.70
0.9	0.64	0.9	0.38	0.9	0.37	1	0.45	0.8	0.40	1.5	0.44	1	0.78	1	0.81
1	0.77	1	0.40	1	0.38	1.3	0.51	1	0.45	2	0.45	1.5	0.86	1.5	0.86
1.3	0.85	1.3	0.50	1.3	0.45	1.5	0.59	1.5	0.56	2.5	0.46	2	0.90	2	0.86
1.5	0.86	1.5	0.65	2	0.51	1.6	0.65	2	0.65	3	0.51	2.5	0.90	2.5	0.87
3	0.90	2	0.76	3	0.63	2	0.75	2.5	0.77	3.3	0.65	3	0.90	3	0.88
4.2	0.90	4.2	0.83	3.5	0.75	2.4	0.82	3	0.87	3.6	0.80	4.2	0.90	4.2	0.89
5.8	0.90	5.8	0.90	5.1	0.85	3	0.90	4.5	0.90	6.3	0.90	5.8	0.90	5.8	0.90
6	0.90	6	0.90	6	0.90	4	0.90	6	0.90	10	0.90	6	0.90	6	0.90
10.5	1.00	10.5	1.00	10.5	1.00	10.5	1.00	10.5	1.00	10.5	1.00	10.5	1	10.5	0.90

#### 6.4.4 Определение чувствительности цветной видеокамеры JN – 2019P с разрешающей способностью 420 ТВЛ

Эксперимент №4 проводился при использовании цветной видеокамеры JN – 2019P с разрешающей способностью 420 ТВЛ и двумя типами изображения – с черно-белой и цветной тестовыми таблицами при использовании следующих типов подсветки: красный, желтый, зеленый, синий, малиновый, белый, инфракрасный. На подсветку подавалось напряжение от 2 В до 3 В.

В таблице 6.9 представлены значения напряжений, снятых с осциллографа, и показания люксметра при подаче различного напряжения питания на подсветку перечисленных выше диапазонов



Рисунок 6.15 – Внешний вид JN – 2019P модели видеокамеры

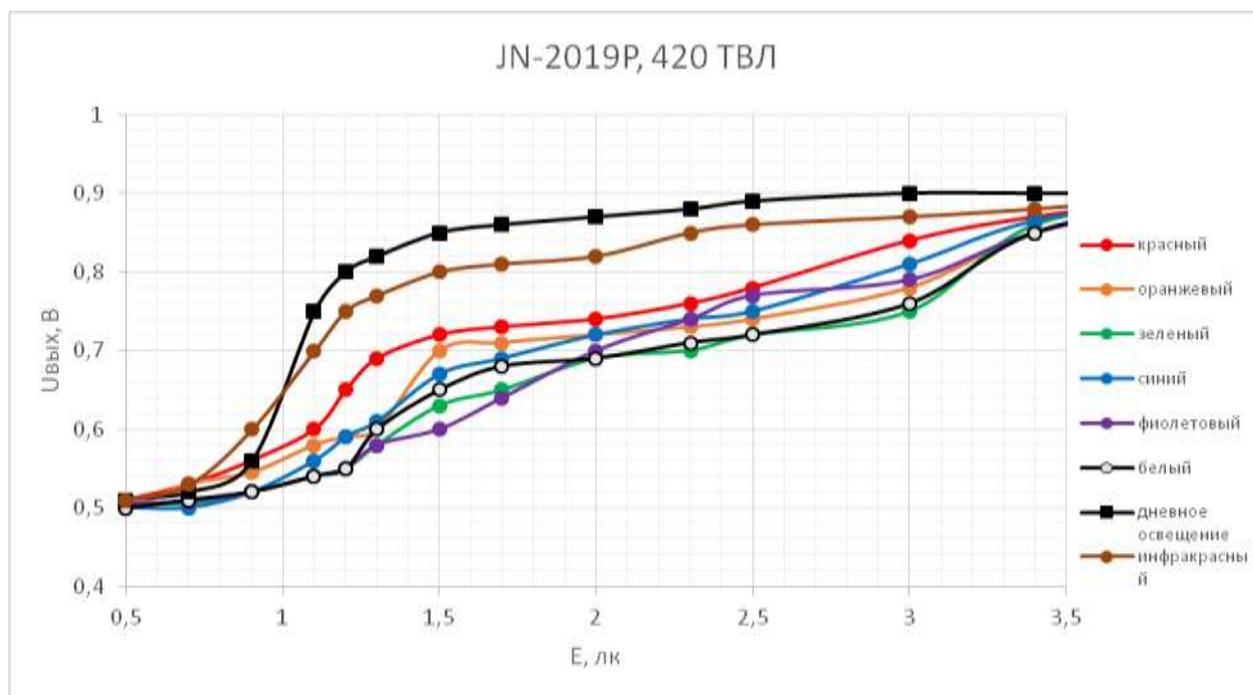


Рисунок 6.16– Диаграмма измерений для цветной видеокамеры JN-2019P с разрешающей способностью 420 ТВЛ

Таблица 6.9 - Уровни сигналов для цветной JN – 2019P видеокамеры с разрешающей способностью 420 ТВЛ

красный		оранжевый		зеленый		синий		фиолетовый		белый		инфракрасный		дневное освещение	
Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В	Е, лк	Uвых, В
0	0.48	0	0.48	0	0.48	0	0.48	0	0.48	0	0.48	0	0.48	0	0.48
0.1	0.5	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1	0.49	0.1	0.49	0.1	0.5	0.1	0.48	0.1	0.48
0.3	0.5	0.3	0.5	0.3	0.5	0.3	0.5	0.3	0.5	0.3	0.5	0.3	0.49	0.3	0.49
0.5	0.51	0.5	0.5	0.5	0.505	0.5	0.5	0.5	0.505	0.5	0.5	0.5	0.51	0.5	0.51
0.7	0.53	0.7	0.53	0.7	0.505	0.7	0.5	0.7	0.508	0.7	0.51	0.7	0.53	0.7	0.52
0.9	0.56	0.9	0.545	0.9	0.52	0.9	0.52	0.9	0.52	0.9	0.52	0.9	0.6	0.9	0.56
1.1	0.6	1.1	0.58	1.1	0.54	1.1	0.56	1.1	0.54	1.1	0.54	1.1	0.7	1.1	0.75
1.2	0.65	1.2	0.59	1.2	0.55	1.2	0.59	1.2	0.55	1.2	0.55	1.2	0.75	1.2	0.8
1.3	0.69	1.3	0.6	1.3	0.58	1.3	0.61	1.3	0.58	1.3	0.6	1.3	0.77	1.3	0.82
1.5	0.72	1.5	0.7	1.5	0.63	1.5	0.67	1.5	0.6	1.5	0.65	1.5	0.8	1.5	0.85
1.7	0.73	1.7	0.71	1.7	0.65	1.7	0.69	1.7	0.64	1.7	0.68	1.7	0.81	1.7	0.86
2	0.74	2	0.72	2	0.69	2	0.72	2	0.7	2	0.69	2	0.82	2	0.87
2.3	0.76	2.3	0.73	2.3	0.7	2.3	0.74	2.3	0.74	2.3	0.71	2.3	0.85	2.3	0.88
2.5	0.78	2.5	0.74	2.5	0.72	2.5	0.75	2.5	0.77	2.5	0.72	2.5	0.86	2.5	0.89
3	0.84	3	0.78	3	0.75	3	0.81	3	0.79	3	0.76	3	0.87	3	0.9
3.4	0.87	3.4	0.85	3.4	0.86	3.4	0.865	3.4	0.85	3.4	0.85	3.4	0.88	3.4	0.9
4	0.9	4	0.9	4	0.9	4	0.9	4	0.9	4	0.9	4	0.9	4	0.9

## **6.5 Теоретическое обоснование результатов определения чувствительности видеокамер**

На рисунках 6.10, 6.12, 6.14 и 6.16 представлены результаты экспериментальных исследований в виде диаграмм зависимости выходного сигнала, снятого с осциллографа, от освещенности, фиксируемой люксометром, при использовании различных вариантов подсветки. Кроме этого качество изображения контролировалось по видеомонитору.

Сравнивая зависимости выходного напряжения различных типов видеокамер с различной разрешающей способностью, можно заметить, что чувствительность тестируемых видеокамер значительно ниже заявленной, и «чёрно-белые камеры, как правило, имеют чувствительность на порядки выше, чем цветные камеры [30]». Связано это с тем, что в большинстве случаев чувствительность монохромных камер существенно (по сравнению с человеческим глазом) сдвинута в инфракрасный диапазон. У некоторых модификаций чувствительность в ближней инфракрасной области даже выше, чем в видимой. Спектральная чувствительность же цветных камер совпадает с человеческим глазом [31]. Фундаментальным фактором, ограничивающим чувствительность любой камеры, является шум, имеющий, по меньшей мере, два источника: шум квантовой структуры света и собственный шум телекамеры. При идеальной нешумящей телекамере её чувствительность зависит только от фотонного шума - флуктуаций числа фотонов относительно среднего значения. Именно по этим причинам чувствительность видеокамер оказалась ниже заявленной.

Результаты исследования подтвердили, что чувствительность видеокамер выше при использовании подсветки инфракрасного и красного цвета. Белый же спектр светоизлучающих диодов обеспечивает наихудшую чувствительность видеокамер. Объясняется это тем, что «искусственные источники света имеют различные цветовые температуры, в зависимости от источника [1]», а также несогласованности цепи: источник подсветки – матрица – монитор ухудшают значения основных показателей видеокамеры.

## **6.6 Сравнение уровней выходных сигналов цветной видеокамеры ТАТ – 603S, 380ТВЛ при использовании различных типов источника подсветки белого цвета**

Согласно [32], система освещения, состоящая только из белых светоизлучающих диодов, будет иметь ограничения по цветовой температуре, однако обеспечивать достаточно высокой коэффициент цветопередачи по сравнению с системами, организованными при смешении цветов для получения белого света. Поскольку коэффициент цветопередачи напрямую зависит от цветового спектра светоизлучающих диодов, то чем большее количество светодиодов различного спектра используется, тем выше коэффициент цветопередачи. На основе утверждения, приведенного выше, были проведены эксперименты (рисунок 6.17), заключающиеся в сравнении

уровней выходных сигналов, полученных при использовании различных типов источника подсветки белого цвета (прожектор белого цвета, светодиод белого цвета, RGB светодиоды и дневное освещение).

Таблица 6.10 - Уровни сигналов для цветной ТАТ -603S видеокамеры с разрешающей способностью 380 ТВЛ

белый светодиод		дневное освещение		прожектор белого света		RGB светодиоды	
Е, лк	U <sub>вых</sub> , В	Е, лк	U <sub>вых</sub> , В	Е, лк	U <sub>вых</sub> , В	Е, лк	U <sub>вых</sub> , В
0	0.25	0	0.25	0	0.25	0	0.25
0.1	0.35	0.1	0.26	0.1	0.30	0.1	0.32
0.3	0.36	0.3	0.3	0.3	0.40	0.3	0.42
0.5	0.40	0.5	0.39	0.5	0.48	0.5	0.51
0.7	0.49	0.7	0.48	0.7	0.55	0.7	0.58
0.9	0.51	0.9	0.65	0.9	0.63	0.9	0.67
1.1	0.54	1.1	0.75	1.1	0.75	1.1	0.80
1.2	0.55	1.2	0.78	1.2	0.76	1.2	0.81
1.3	0.56	1.3	0.82	1.3	0.77	1.3	0.84
1.5	0.58	1.5	0.85	1.5	0.78	1.5	0.85
1.7	0.60	1.7	0.86	1.7	0.79	1.7	0.87
2	0.65	2	0.87	2	0.80	2	0.88
2.3	0.70	2.3	0.88	2.3	0.85	2.3	0.89
2.5	0.74	2.5	0.89	2.5	0.90	2.5	0.90
3	0.77	3	0.9	3	0.90	3	0.90
3.4	0.87	3.4	0.9	3.4	0.90	3.4	0.90
4	0.90	4	0.9	4	0.90	4	0.90

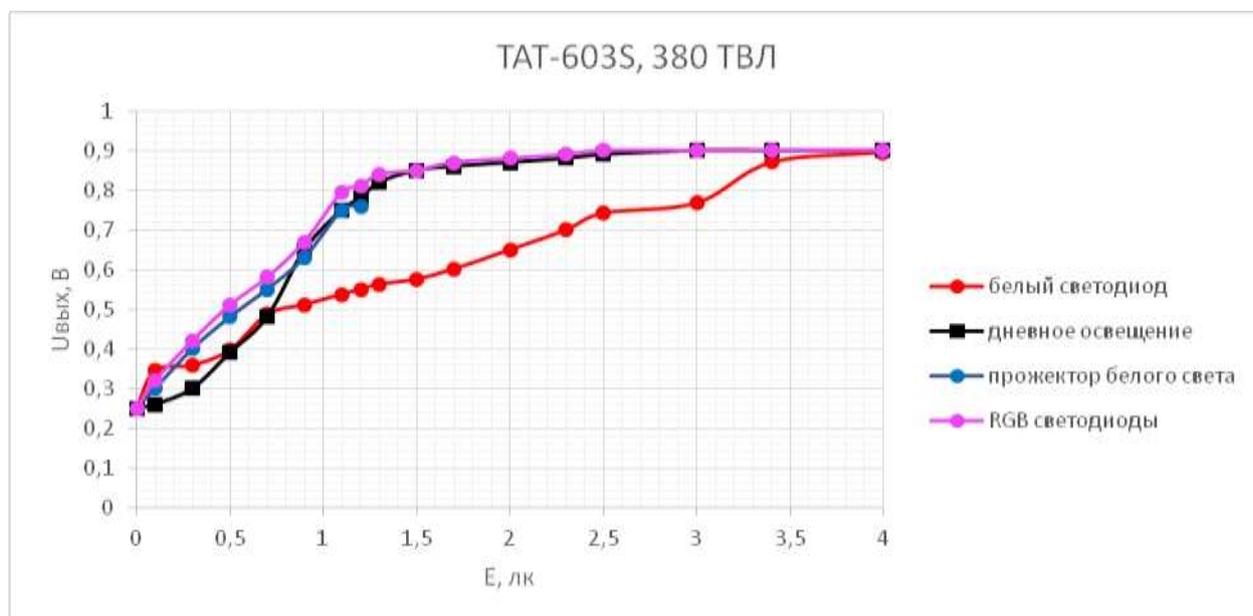


Рисунок 6.17 – Уровни выходного сигнала при использовании различного типа подсветки для цветной видеокамеры ТАТ-603S, 380 ТВЛ

На рисунке 6.19 представлены уровень выходного сигнала, снятого с осциллографа, и тестовая таблица, снятые при использовании подсветки белого света на основе RGB светоизлучающих диодов в затемненной камере.

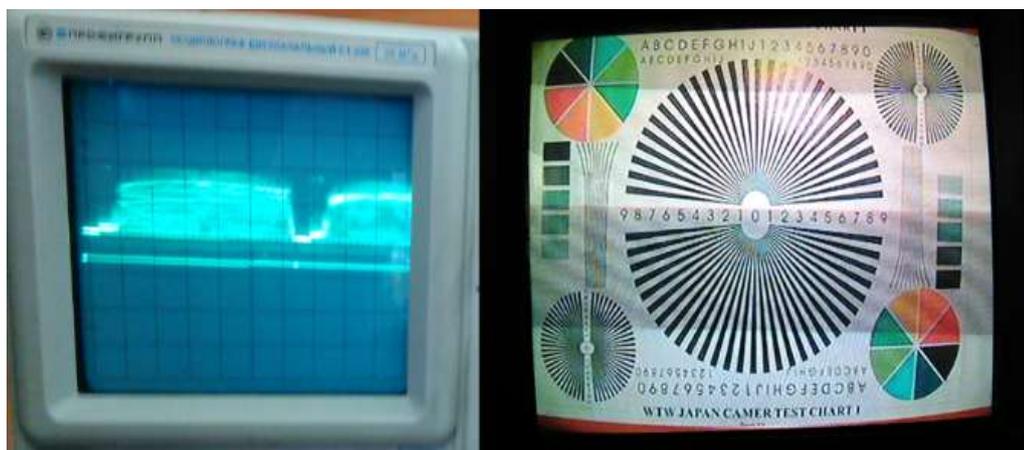


Рисунок 6.18 – Совместное применение визуального (справа) и инструментального (слева) методов контроля для тестовой таблицы, полученной с видеомонитора при использовании цветной видеокамеры ТАТ-603S, 380 ТВЛ при при дневном светодиодами



Рисунок 6.18 – Совместное применение визуального (справа) и инструментального (слева) методов контроля для тестовой таблицы, полученной с видеомонитора при использовании цветной видеокамеры ТАТ-603S, 380 ТВЛ при при освещении RGB светодиодами

Результаты эксперимента (рисунки 6.17, 6.18, 6.19) показали, что сложение цветов RGB делает итоговый цвет ярче. При этом, чтобы получился белый цвет, должны присутствовать все три цвета в соответствующей пропорции. Подобрав три составляющие RGB светодиодов в нужной пропорции, мы добились увеличения чувствительности видеокамеры на 0.2 - 0.6 лк и сохранения цветности изображения в ночное время суток. Увеличение яркости RGB светодиодов за счет увеличения их количества приводит к

дальнейшему увеличению чувствительности видеокамеры при сохранении цветности изображения. Кроме этого, для данной (улучшенной) чувствительности, основные показатели, а именно разрешающая способность и соотношение сигнал/шум, не претерпели изменения в худшую сторону.

На рисунках ниже представлены значения напряжений, снятых с осциллографа, и показания люксметра при подаче различного напряжения питания на подсветку перечисленных выше диапазонов. Как видно из диаграмм, наилучшая освещенность достигается при использовании синего светодиода.

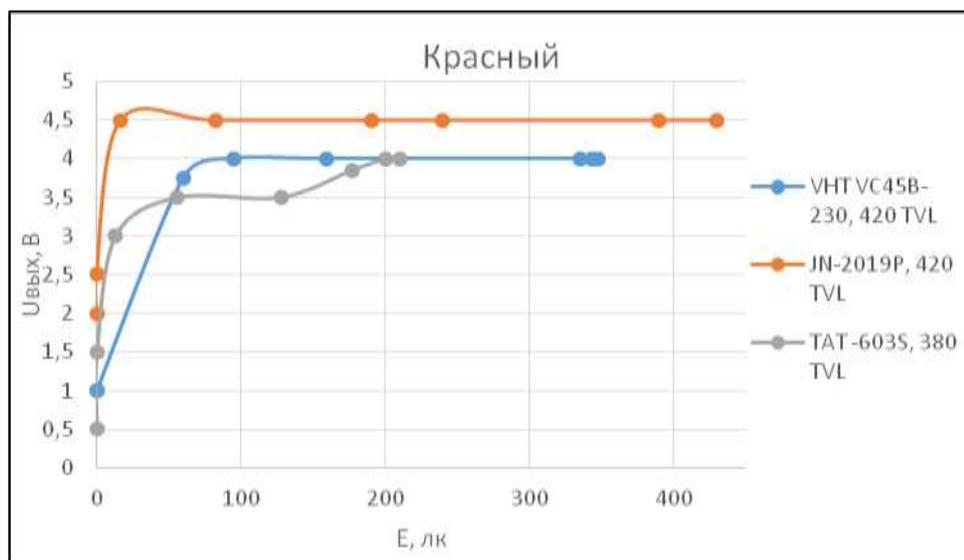


Рисунок 6.19 – Диаграмма измерений для различных видеокамер с применением подсветки в красном диапазоне (610 – 760 нм)

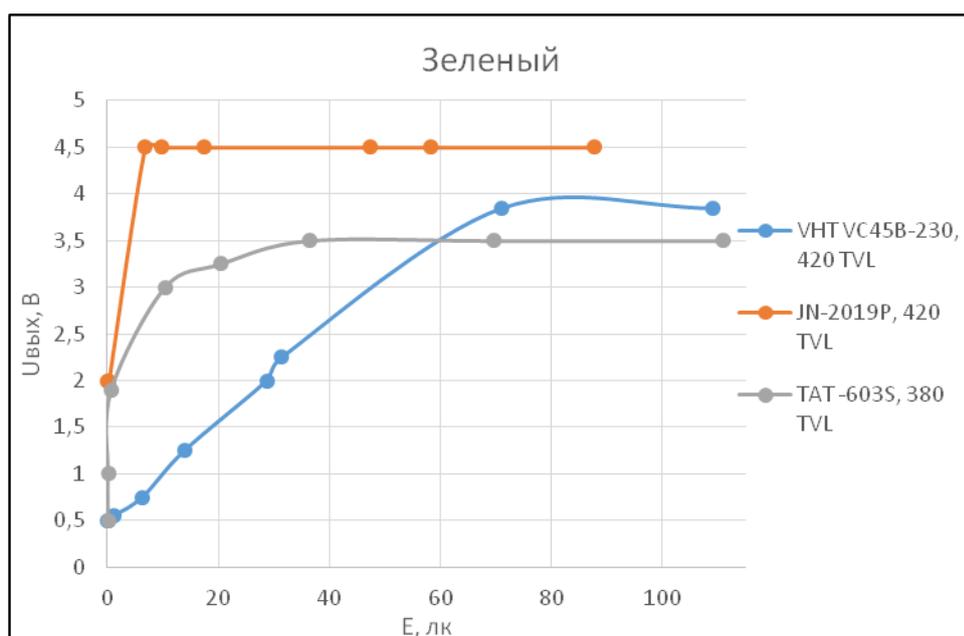


Рисунок 6.20 – Диаграмма измерений для различных видеокамер с применением подсветки в зеленом диапазоне (500 – 570 нм)

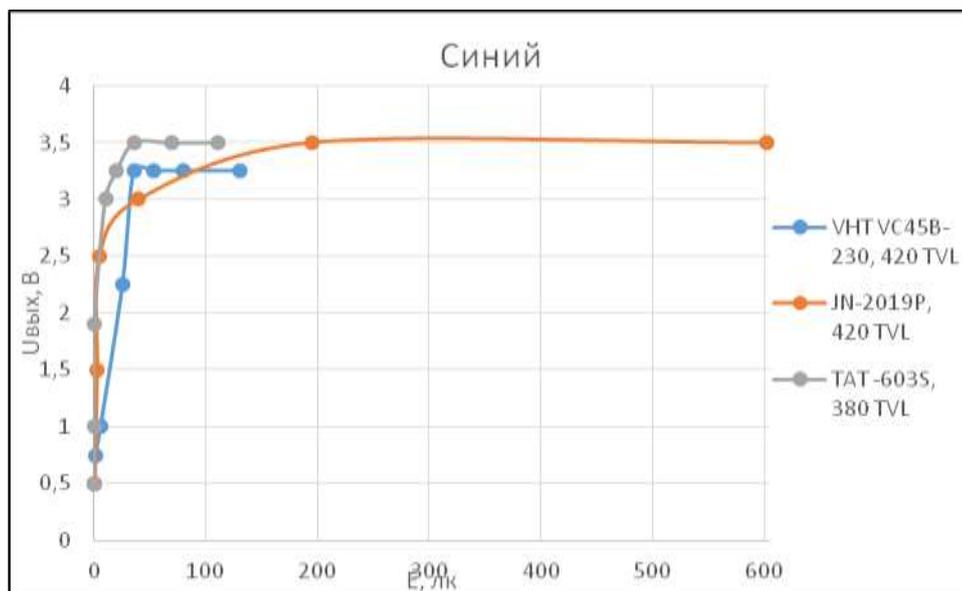


Рисунок 6.21 – Диаграмма измерений для различных видеокамер с применением подсветки в синем диапазоне (450 – 500 нм)

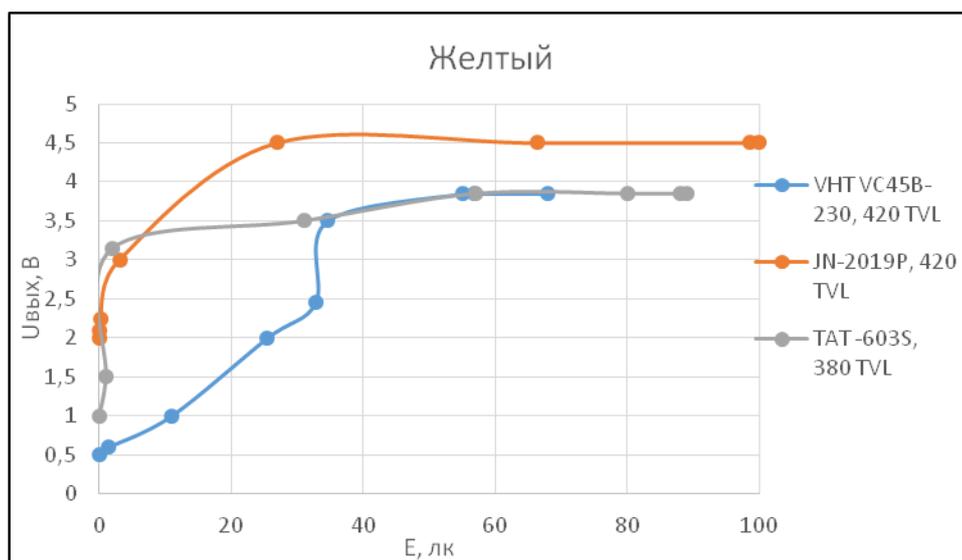


Рисунок 6.22 – Диаграмма измерений для различных видеокамер с применением подсветки в белом диапазоне длин волн (570 -590 нм)

На рисунках 6.18 – 6.22 представлены сравнительные диаграммы результатов измерений для трех типов видеокамер при использовании красного, синего, зеленого и желтого типов подсветки.

## Заключение

Целью данной магистерской диссертации являлось определение возможности повышения помехозащищенности видеокамер в темное время суток за счет использования нетрадиционных устройств подсветки.

В результате проведенной визуальной оценки чувствительности видеокамер с помощью программного продукта VideoCAD 8 (раздел 4) и экспериментальных исследований по передаче видеосигнала, описанного в разделе 6 было выяснено, что при сравнении чувствительности различных типов видеокамер с одинаковой разрешающей способностью, в данном случае 420 ТВЛ (разделы 6.4.3, 6.4.4), можно отметить, что *«чёрно-белые камеры, как правило, имеют чувствительность на порядки выше, чем цветные камеры»* [4].

В действительности, корректное измерение чувствительности видеокамер представляет собой трудоемкую задачу, так как при уменьшении освещенности сцены во многих современных видеокамерах мгновенно запускается шумоподавление, снижается частота кадра, объединяются соседние пиксели, а также многократно увеличивается экспозиция, исчезает цвет, уровень чёрного поднимается и шумы тонут в чёрном вместе с тёмными деталями изображения. При чём во многих случаях отключить эту автоматику практически невозможно, с чем мы и столкнулись во время проведения экспериментальных исследований.

В разделе 6 также представлены результаты экспериментальных исследований в виде диаграмм зависимости выходного сигнала, снятого с осциллографа, от освещенности, фиксируемой люксметром, при использовании различных вариантов подсветки, таких как светоизлучающие диоды различного диапазона свечения и прожектора. Кроме этого производилась визуальная оценка качества изображения с помощью видеомонитора.

Результаты данного исследования показали, что чувствительность видеокамер выше при использовании подсветки инфракрасного и красного цвета. Белый же спектр светодиода обеспечивает наихудшую чувствительность видеокамер. Связанно это с тем, что *«искусственные источники света имеют различные цветовые температуры, в зависимости от источника [1]»*, а также несогласованность цепи: источник подсветки – матрица – монитор ухудшает чувствительность.

Согласно [32], система освещения, состоящая только из белых светоизлучающих диодов, будет иметь ограничения по цветовой температуре, поэтому были проведены эксперименты (рисунок 6.17), заключающиеся в сравнении уровней выходных сигналов, полученных при использовании различных типов источника подсветки белого цвета (прожектор белого цвета, светодиод белого цвета, RGB светодиоды и дневное освещение). Результаты эксперимента показали, что сложение цветов RGB делает итоговый цвет ярче.

При этом, чтобы получился белый цвет, должны присутствовать все три цвета в соответствующей пропорции. Подобрать три составляющие RGB светодиодов в нужной пропорции, мы добились увеличения чувствительности видеокамеры на 0.2 – 0.6 лк и сохранения цветности изображения в темное время суток.

Увеличение яркости RGB светодиодов за счет увеличения их количества приводит к дальнейшему увеличению чувствительности видеокамеры при сохранении цветности изображения. Кроме этого, для данной (улучшенной) чувствительности, основные показатели, а именно разрешающая способность и соотношение сигнал/шум, не претерпели изменения в худшую сторону.

В данной магистерской диссертации была успешно выполнена основная цель и поставленные для исследования задачи. Результаты работы были представлены в журнале «International Journal of Applied Engineering Research» (India) [33], который входит в базу данных Scopus (Приложение A1).

Кроме того, по результатам экспериментальных исследований был получен патент на устройство подсветки видеокамеры на основе управляемых RGB светодиодов [29] (Приложение A2).

## Список использованной литературы

- 1 Дамьяновски В. CCTV. Библия видеонаблюдения. Цифровые и сетевые технологии/Пер. с англ. ООО «Ай-Эс-Эс Пресс», 2006 – 480 с.
- 2 Peggy Joy Lu, Jen-Hui Chuang, Horng-Horng Lin, 2011. Intelligent Nighttime Video Surveillance Using Multi-Intensity Infrared Illuminator. Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science, pp: 509-514
- 3 [http://www.detect-ufo.com/pribor/optopribori/videonab/002\\_razr\\_sposob\\_tk.html](http://www.detect-ufo.com/pribor/optopribori/videonab/002_razr_sposob_tk.html)
- 4 [https://www.sourcesecurity.com/docs/moredocs/guide\\_to\\_cctv\\_lighting.pdf](https://www.sourcesecurity.com/docs/moredocs/guide_to_cctv_lighting.pdf)
- 5 Чура Н.И. Некоторые аспекты применения ИК-подсветки при видеонаблюдении. Специальная техника, 3.2002. – 35 с.
- 6 ГОСТ Р 51558-2000. Системы охранные телевизионные. Общие технические требования и методы испытаний.
- 7 ГОСТ 26320-84. Оборудование телевизионное студийное и внестудийное. Методы субъективной оценки качества цветных телевизионных изображений.
- 8 ГОСТ 14872-82 Таблицы испытательные оптические телевизионные. Типы, размеры и технические требования
- 9 [https://www.telecamera.pro/video/useful/articles/?ELEMENT\\_ID=13880](https://www.telecamera.pro/video/useful/articles/?ELEMENT_ID=13880)
- 10 <https://znaytovar.ru/s/Videokamery.html>
- 11 [http://video-praktik.ru/kamery\\_vidy.html](http://video-praktik.ru/kamery_vidy.html)
- 12 [http://kristall-systems.net.ua/novosti/classification\\_of\\_cameras\\_for\\_video\\_surveillance/](http://kristall-systems.net.ua/novosti/classification_of_cameras_for_video_surveillance/)
- 13 <http://penates.biz/realnaya-razreshayushchaya-sposobnost-telekameri.htm>
- 14 <https://systemstv.ru/osnovnye-xarakteristiki-kamer-videonablyudeniya/>
- 15 <http://www.studfiles.ru/preview/4329273/page:18/>
- 16 <http://www.arnosystems.ru/system/ik-podsvetka.ahtm>
- 17 Чура Н.И. Некоторые аспекты применения ИК-подсветки при видеонаблюдении // Специальная техника. 2003. №5. С. 35-38.
- 18 <http://www.spektrprestig.ru/stati/videonablyudenie/kak-rabotaet-ik-podsvetka.html>
- 19 [http://www.instrumentsystems.com/fileadmin/editors/downloads/Products/LpR10\\_Instrument\\_Systems\\_web.pdf](http://www.instrumentsystems.com/fileadmin/editors/downloads/Products/LpR10_Instrument_Systems_web.pdf)
- 20 Thermal Infrared and Visible Spectrum Fusion for Multi-modal Video Analysis. Ciar'an 'O Conaire. July 28, 2005

- 21 Praveen Kumar, Ankush Mittal and Padam Kumar. Study of Robust and Intelligent Surveillance in Visible and Multi-modal Framework. Informatica, An International Journal of Computing and Informatics, Nov. 2007, vol. 32, pp. 63-77 <http://www.informatica.si/index.php/informatica/article/view/177>
- 22 Куликов А.Н. Телевизионное наблюдение при ярком солнечном свете., “Специальная техника”, №1, 2001, стр. 11 – 20.
- 23 <http://www.protect.com.ua/st60.php>
- 24 <http://www.studfiles.ru/preview/4329273/page:18/>
- 25 LX1330B - цифровой люксметр. Дата обращения: 02.06.2017 <http://elkip.ru/product/lx1330b-cifrovoj-ljuksmetr/>
- 26 Лабораторный блок питания Zhaoxin JPS-2002DG. Дата обращения: 02.06.2017 [http://www.mastech.ru/catalog/zhaoxin/jps-302d\\_ii.html](http://www.mastech.ru/catalog/zhaoxin/jps-302d_ii.html)
- 27 <https://foton.ua/upload/datasheet/3w/3W%20High%20Power%20LED.pdf>
- 28 Patent US20090179843 A1, G09G/34. Lighting device with an array of controlled emitters with shared control and feedback/ Bernd Ackermann (NL), Georg Sauerländer (NL), Koninklijke Philips Electronics N.V. (NL); Заяв: 24.04.2007; Оpubл. 16.07.2009.
- 29 Патент KZU2136, G09G/34. Устройство подсветки видеокамеры на основе управляемых RGB светодиодов/ Туржанова К.М., Сафин Р.Т., Артюхин В.В; Заяв: 25.10.2016; Оpubл: 17.03.2017.
- 30 [http://www.akvilona.ru/news/video\\_svet.htm](http://www.akvilona.ru/news/video_svet.htm)
- 31 Артюхин В.В, 2010. Системы видеонаблюдения. Часть 1. Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов всех форм обучения специальности 5В0719 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации. АИЭС, 32 с.
- 32 Understand LED-based white and color-mixing system design by Shone Tran and Ben Kropf. Data views 03.11.2016 [http://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1272460](http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1272460)
- 33 Recommendation ITU-R BT.500-11: Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures.
- 34 Turzhanova K.M., Safin R.T., Satimova E.G., Artyukhin V.V. The Influence of the Spectral Components of Backlight on the Basic Camera Characteristics // International Journal of Applied Engineering Research. – 2017. – V. 12. – Iss. 1. – p. 1 – 6.
- 35 <http://www.bnti.ru/showart.asp?aid=573&lvl=19.01.01.>
- 36 [http://video-praktik.ru/kamery\\_kupolnye.html](http://video-praktik.ru/kamery_kupolnye.html)
- 37 <http://www.scct.ru/opredelenie-realnoi-razreshayushchei-sposobnosti>
- 38 <http://www.videoplata.ru/threads/realnaja-razreshajuschaja-sposobnost-televizionnoj-kamery.684/>
- 39 <http://msevm.com/forum/index.php?topic=191.0>
- 40 <http://really.ru/forum/26/3188.html?p=30320>

**Приложение А1**  
**Справка о наличии публикации в Scopus**



050026, Республика Казахстан  
Алматы қ., Ботаникай батыра көш., 221  
Тел.: +7 (727) 378-05-09, Факс: +7 (727) 378-05-47  
Email: info@ncste.kz http://www.ncste.kz

050026, Республика Казахстан  
г. Алматы, ул. Ботаникай батыра, 221  
Тел.: +7 (727) 378-05-09, Факс: +7 (727) 378-05-47  
Email: info@ncste.kz http://www.ncste.kz

Исх № 999/10-02-02  
«04» 04 2017

**Алматинский университет  
энергетики и связи**

На № 14-665  
от 17.04.2017 г.

АО «Национальный центр государственной научно-технической экспертизы» предоставляет информацию о наличии публикации Туржановой К.М. в журнале «International Journal of Applied Engineering Research» (India), ISSN: 0973-4562, входящем в базу данных Scopus (Elsevier) с 2011 года по настоящее время. Предметная область – инженерия.

Статья Туржановой К.М.:

**Turzhanova K.M., Safin R.T., Satimova Y.G., Artyukhin V.V.** The influence of the spectral components of backlight on the basic camera characteristics // International Journal of Applied Engineering Research. – 2017. – V. 12. – Iss. 1. – P. 1-6.

Статья выявлена в базе Scopus. В момент ее опубликования в первой половине 2017 года журнал «International Journal of Applied Engineering Research» имеет SJR за 2015 год, равный 0,130, действительный до июля 2017 г.

Вице-президент АО «НЦГНТЭ»

М. Пернекулов

Буркитбаев Ж.Г.  
8 (727) 378-05-13

002247

**Приложение А2**

**Удостоверение автора № 97159**



МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## УДОСТОВЕРЕНИЕ АВТОРА

№ 97159

*Настоящим удостоверяется, что Туржанова Карина Муратовна (KZ)  
и Артюхин Владимир Викторович (KZ); Сафин Рафаиль  
Тлегенович (KZ)  
является(ются) автором(ами) полезной модели*

(11) 2136

(54) Устройство подсветки видеокамеры на основе управляемых RGB  
светодиодов

(73) *Патентообладатель:* Некоммерческое акционерное общество  
"Алматинский университет энергетики и связи" (KZ)

(21) 2016/0587.2

(22) 25.10.2016

Заместитель министра юстиции  
Республики Казахстан

Э. Азимова

