**«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**

**(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  | |  | | ДОПУСКАЕТСЯ К ЗАЩИТЕ: | | | | | | | | | |
| **Факультет** | | И | | Заведующий кафедрой | | | | |  | | И4 | | |
|  | |  | |  | | | | |  | | шифр кафедры | | |
| **Выпускающая кафедра** | | И4 | | .Страхов С.Ю. | | |  |  | | | | | |
|  | |  | | Фамилия И.О. | | |  | подпись | | | | | | |
| **Группа** | | И443 | | «\_\_\_\_\_» | |  | | | | | | 201\_\_\_ г. | |
|  |  | |  | |  | |  | | | | |  | | |

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА**

|  |  |
| --- | --- |
| Жосан Дмитрий Сергеевич | |
| Фамилия, имя, отчество обучающегося | |
| **На тему** | «Система телевизионного мониторинга двухэтажного дома» |
|  | |
|  | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Направление подготовки** | 11.03.01 |  | Радиотехника |
|  | индекс направления |  | полное наименование направления |
|  | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Консультант:** | | | | |  | | | |  | **Руководитель:** | | |  | | | | | | |
| при необходимости | | | | | подпись | | | |  |  | | | подпись | | | | | | |
|  | | |  | |  | | | |  | доцент | | | | |  | | Кочин Л.Б. | | |
| ученая степень, ученое звание | | | | | Фамилия ИО | | | |  | ученая степень, ученое звание | | | | | | Фамилия ИО | | | |
| « » |  |  | | | | |  | 201\_\_г. |  | « » |  |  | | | | | |  | 2018г. |
|  | | | | | |  | | |  | **Обучающийся:** | | | |  | | | | | |
|  | | | |  | |  | | |  |  | | | | |  | | Жосан Д.С. | | |
|  | | | | | |  | | |  | подпись | | | | |  | | Фамилия ИО | | |
|  |  |  | | | | |  |  |  | « » |  |  | | | | | |  | 2018 г. |

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2018 г.

**РЕФЕРАТ**

Данная выпускная квалификационная работа состоит из 51 страниц, 14 рисунков, 5 таблиц, 34 формул и 1 диаграммы.

В первом разделе рассмотрены принципы построения систем телевизионного наблюдения, произведен их сравнительный анализ, проанализированы существующие системы телевизионного мониторинга объекта.

Во втором разделе произведен анализ технического задания, выполнен информационно-патентный поиск. Исходя из этого, разработана структура новой системы, сделаны все необходимые расчеты параметров системы.

**Таблица соответствия**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметр | Заданное   значение | Полученное  значение | Соответствие  ТЗ |
| Угол обзора  камеры | 45 градусов | 56 градусов | соответствует |
| Расстояние от объекта до ТВ-камеры | 10 м | 10 м | соответствует |
| Средняя наработка  на отказ | 1500 часов | 1864 часов | соответствует |

Согласно приведенной таблицей, можно сделать вывод, что разработанная система телевизионного мониторинга полностью соответствует поставленному техническому заданию.

**Список сокращений**

1. АРМ – автоматизированное рабочее место
2. ИСО – интегрированная система охраны
3. КЧХ – контрастно-частотные характеристики
4. ЛВС – локальные вычислительные сети
5. МПК – международная патентная классификация
6. ТСНР – телевизионная система наблюдения и регистрации
7. ЧМ – частотная модуляция

ОГЛАВЛЕНИЕ

[1.СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ТЕЛЕВИЗИОННОГО МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТА 9](#_Toc517048324)

[1.1.Телевизионная система видеонаблюдения и видеорегистрации «Тайфун» [5] 14](#_Toc517048325)

[1.2 Интегрированные системы безопасности «Орион» 15](#_Toc517048326)

[1.2.1 Организация подсистемы видеонаблюдения и видеоконтроля в ИСО «Орион» 16](#_Toc517048327)

[2. РАСЧЕТ ОСНОВЫХ ПАРАМЕТРОВ И ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМЫ 18](#_Toc517048328)

[2.1 Анализ технического задания и информационно-патентный поиск 18](#_Toc517048329)

[2.2 Разработка структуры системы 21](#_Toc517048330)

[2.4 Расчет углов обзора ТВ-камеры и выбор объектива 24](#_Toc517048331)

[2.5 Расчет числа элементов датчика ТВ-сигнала 27](#_Toc517048332)

[2.6 Расчет информационной емкости ТВ-изображения 29](#_Toc517048333)

[2.7 Расчет параметров развертки 31](#_Toc517048334)

[2.8 Расчет параметров канала передачи ТВ-сигнала и выбор способа передачи 34](#_Toc517048335)

[2.9 Расчет характеристик устройства отображения (моделирование) 38](#_Toc517048336)

[2.10 Расчет надежности 45](#_Toc517048337)

[СПИСКОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 50](#_Toc517048338)

**ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время уже никого не удивишь возможностями телевидения, они воспринимаются как самые обыденные вещи. Наблюдение за различными объектами, территориями, помещениями и т. д. очень часто осуществляется при помощи систем телевизионного контроля. Такие системы значительно упрощают задачу наблюдения, контроля и охраны определенного объекта.

Видеокамеры могут быть размещены на въезде охраняемой территории, в производственных помещениях, на территории предприятий и т.д. Кроме того, системы телевизионного мониторинга практически всегда используются в местах общественного пользования, таких как аэропорты, метрополитен, торговые центры, автовокзалы, всевозможные автостоянки и прочее. Такие системы передают информацию в режиме реального времени, или же могут сохранить её в память.

Системы телевизионного мониторинга выполняют следующие функции [1]:

* Визуальный контроль охраняемой территории;
* Обнаружение и идентификация нарушителя;
* Контроль и допуск лиц и средств передвижения на охраняемые территории;
* Контроль над действиями сотрудников охраняемых объектов;
* Контроль за дорожной обстановкой.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что системы телевизионного мониторинга широко используются в разных областях и направлениях.

Согласно данным журнала «Системы безопасности» [2], ниже приведена таблица 1 со спектром применений систем телевизионного наблюдения в процентном соотношении.

Таблица 1

**Спектр применений систем телевизионного наблюдения**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Направление  телевизионного наблюдения | Количество  (в процентах %) |
| 1. | Банки, страховые компании | 19% |
| 2. | Ритейл | 16% |
| 3. | Госсектор | 14% |
| 4. | Транспорт | 14% |
| 5. | Офисные здания | 11% |
| 6. | Жилой сектор | 9% |
| 7. | Склады | 6% |
| 8. | Спортивные комплексы | 6% |
| 9. | Здравоохранение и образование | 3% |
| 10. | Объекты культуры | 2% |

Диаграмма 1

Как следует из данных Таблицы 1, наибольший процент использования систем телевизионного наблюдения занимают банки и страховые компании, ритейл, госсектор и транспорт, офисные здания и жилые сектора. Полный спектр применений систем телевизионного наблюдения представлен на диаграмме 1.

Наиболее простая система телевизионного наблюдения включает телевизионную камеру и монитор. Камера может быть подключена непосредственно к телевизору или монитору. Для небольшого объекта наблюдения достаточно не более трех или четырех камер. Используя монитор с встроенным коммутатором, и удачно расположив камеры, можно обеспечить круглосуточное наблюдение за охраняемой территорией.

Камеры могут располагаться как внутри помещения, так и снаружи. При этом в дневное время они могут использоваться для контроля в торговом зале, а вечером и ночью - для контроля охраняемой территории.

*Целью работы* является разработка системы, которая будет предназначена   
для телевизионного мониторинга отдельного объекта, а именно – двухэтажного дома.

*Задачами работы являются:*

* Анализ технического задания.
* Информационно-патентный поиск.
* Расчет основных характеристик и параметров системы.

# 1.СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ТЕЛЕВИЗИОННОГО МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТА

В настоящее время используется два основных принципа построения систем телевизионного наблюдения: аналоговые и цифровые [3]. В общем случае системы телевизионного мониторинга имеют схожий набор аппаратуры: ТВ-камера, видеорегистратор, устройство отображения.

1. ТВ-камера. Стандартно все видеокамеры подразделяются на два вида: *аналоговые и цифровые*. Их отличие заключается в способе обработки и передачи видеосигнала.

В аналоговой камере от матрицы изображение поступает в аналоговом формате, далее оно подвергается процессу оцифровки камерой для обработки, и далее снова преобразуется в аналоговый сигнал. Этот сигнал по коаксиальному кабелю попадает на видеорегистратор, который оцифровывает этот сигнал, сжимает и записывает на устройство хранения.

В цифровой камере видеосигнал поступает на видеорегистратор в цифровом виде.

1. Видеорегистратор – устройство для записи, хранения, воспроизведения и передачи видеоинформации.
2. Устройство отображения предназначено для передачи видеоинформации наблюдателю в режиме реального времени, или же видеоинформации, загруженной из памяти.

*Аналоговые системы видеонаблюдения.*

Аналоговые системы видеонаблюдения построены по стандартной схеме (рисунок 1).

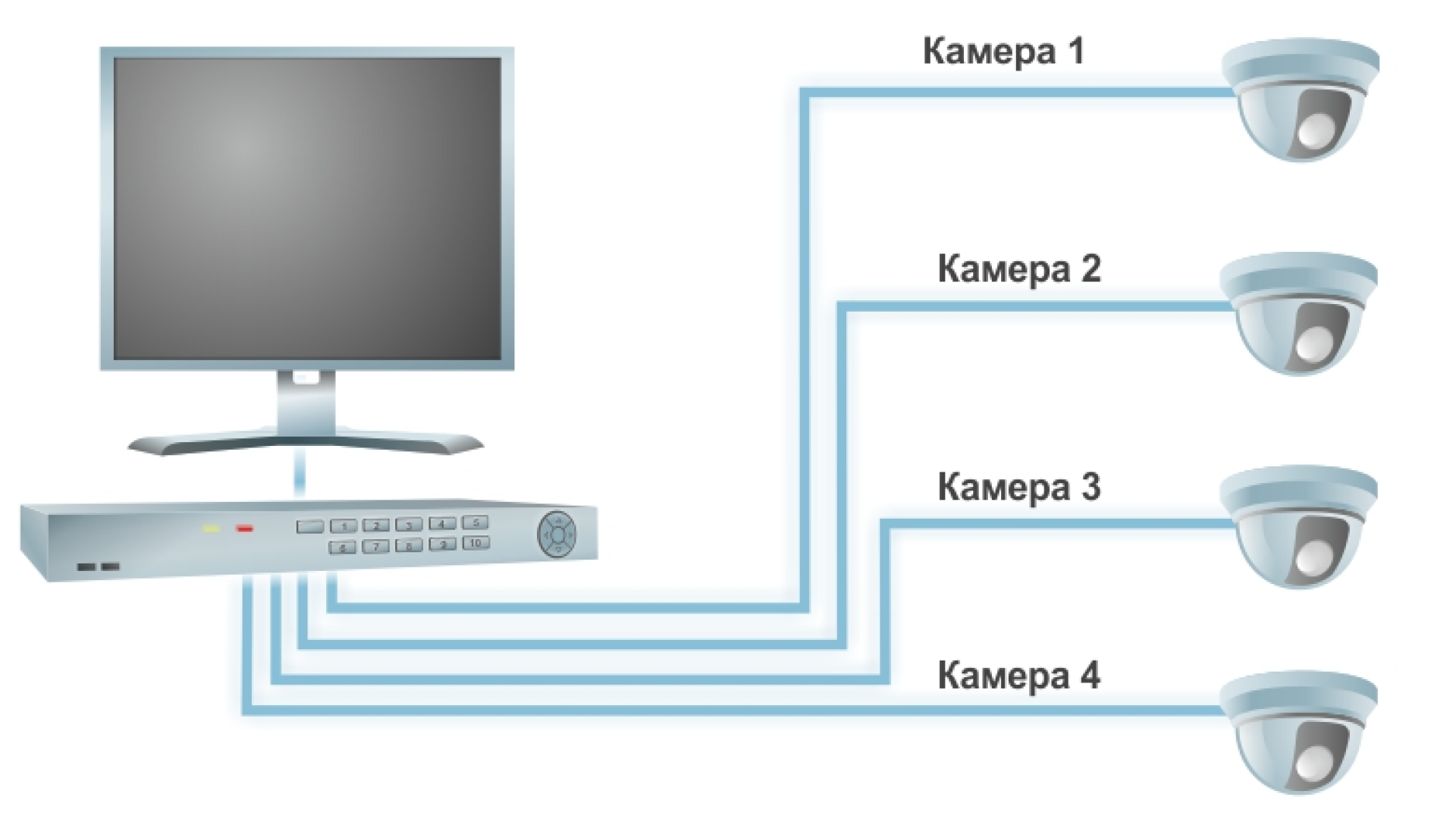


Рисунок 1 – Аналоговая система видеонаблюдения

Основой таких систем является аналоговое оборудование. В состав аналоговой системы входят камера, видеорегистратор и устройство отображения, а также различное дополнительное оборудование. Для передачи видеоинформации используется коаксиальный кабель или витая пара, по которым сигнал поступает от камеры на видеорегистратор и далее – на монитор.

Порядок работы системы:

1. Поток света попадает на матрицу ТВ-камеры;
2. Генерируется сигнал;
3. Полученный сигнал через коаксиальный кабель поступает на видеорегистратор;
4. Видеоинформация отображается на устройстве отображения.
5. Достоинства системы:
6. Низкая стоимость;
7. Простота;
8. Достаточно легкий монтаж;
9. Длительный срок работы;
10. Просмотр видео в режиме реального времени и просмотр записи;

Недостатки системы:

1. Низкая помехозащищенность;
2. Относительно малые расстояния передачи;
3. Ограниченное разрешение передаваемого изображения.

*Цифровые системы видеонаблюдения.*

Работа таких систем осуществлена по другому принципу [4]. Такая система представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Цифровая система видеонаблюдения

Световой поток после прохождения через объектив и линзы попадает на матрицу. Матрица обладает повышенной светочувствительностью. С ее помощью происходит преобразование светового сигнала в электрический. После обработки сигнал поступает по витой паре или через Wi-Fi на мультиплексор и далее на видеорегистратор. Видеорегистратор записывает информацию на устройство хранения и передает картинку с видеокамеры на устройство отображения. Кроме того, необходимую информацию можно получить удаленно, в любом месте, например, на улице, с ноутбука, через защищенное соединение интернет. Такие системы обеспечивают передачу изображения с более высоким качеством, также имеют возможность удаленного мониторинга объекта. Но при этом цифровые системы имеют большую цену относительно аналоговых.

Ниже, в таблице 2, представлены сравнительные характеристики аналоговой и цифровой систем телевизионного наблюдения.

Таблица 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Система ТВ-мониторинга** | **Аналоговая** | **Цифровая** |
| Разрешающая способность | D1, 960H | D1,720p, 960p,1080p |
| Кабель для монтажа | Коаксиальный | Витая пара |
| Расстояние передачи  сигнала | До 300 метров | До 100 метров |
| Передача сигналов по  кабелю | Видео | Видео+звук+данные |
| Качество картинки | Плохое | Отличное |
| Сложность в установке  и настройке | Простая | Сложная |
| Задержки отображения на экране | Низкие | Выше среднего |

Как видно из таблицы 2, цифровая система видеонаблюдения устроена более сложным способом, нежели аналоговая, следовательно, к цифровой системе будут предъявляться большие требования. Ниже, на рисунках 3 и 4, для наглядности, представлены изображения, полученные с аналоговой и цифровой видеокамер соответственно.



Рисунок 3 – Изображение с аналоговой ТВ-камеры



Рисунок 4 – Изображение с цифровой ТВ-камеры

Из рисунков 3 и 4 очевидно, что аналоговая система уступает по качеству изображения цифровой, так как цифровая камера имеет большую разрешающую способность по сравнению с аналоговой. Аналоговая система телевизионного мониторинга уязвима для помех, вносящих в нее шумы, в то время как цифровой импульс либо вовсе перекрыт помехами и отсутствует, либо поступает в первоначальном виде.

При этом обе системы предоставляют практически одинаковые возможности:

* Просмотр видео в режиме реального времени;
* Запись и хранение видео;
* Просмотр архива;
* Возможность записи видео на внешний накопитель.

В целом, конечно, будущее за цифровыми системами. Но они имеют некоторые принципиальные ограничения, из-за которых в некоторых случаях более уместно использование аналоговых.

На данный момент в России разработано и выпускается в продажу несколько систем телевизионного мониторинга объектов. Рассмотрим некоторые из них.

## 1.1.Телевизионная система видеонаблюдения и видеорегистрации «Тайфун» [5]

Телевизионная система видеонаблюдения и видеорегистрации (ТСНР) «Тайфун» представляет собой аппаратно-программный комплекс, базирующийся на РС-совместимых компьютерных платформах. При этом компьютерное оборудование, входящее в состав системы, подразделяется на три основных типа: видеорегистраторы, автоматизированные рабочие места (АРМ) и сервер управления. Все три типа компьютерного оборудования работают под управлением ОС Windows и используют одно и то же программное обеспечение ТСНР «Тайфун», которое конфигурируется в соответствии с назначением данной компьютерной платформы.

Кроме компьютерного оборудования в состав системы входит телевизионное оборудование – видеокамеры, устройства передачи и распределения видеосигнала, видеомониторы и поворотные устройства. В состав системы входит также сетевое оборудование – активное и пассивное сетевое оборудование для передачи данных по локальным вычислительным сетям (ЛВС), сетевые хранилища данных. К ТСНР можно отнести также и некоторое вспомогательное оборудование – блоки питания (в том числе и бесперебойные), устройства для повышения надежности работы системы, конструктивные элементы, облегчающие монтаж, пусконаладку и обслуживание системы.

## 1.2 Интегрированные системы безопасности «Орион»

Интегрированная система охраны (ИСО) «Орион» (производства компании «Болид» [6]) в настоящее время является одной из самых популярных систем комплексной безопасности.

Технические средства и программное обеспечение ИСО «Орион» компании «Болид» позволяют реализовать приоритетные задачи по обеспечению безопасной деятельности на объектах:

* охранно-пожарная сигнализация;
* автоматическая система пожаротушения;
* контроль доступа;
* видеонаблюдение и видеоконтроль;
* управление инженерными системами зданий;
* сбор и обработка информации.

В нашем случае рассмотрим подсистему видеонаблюдения и видеоконтроля в ИСО «Орион».

### 1.2.1 Организация подсистемы видеонаблюдения и видеоконтроля в ИСО «Орион»

Система предназначена для визуального наблюдения за объектом с помощью как сетевых, так и аналоговых камер. Видеокамеры позволяют следить одновременно за одним или несколькими объектами.

Основной задачей системы видеонаблюдения является наглядное представление видеоинформации в реальном времени на контролируемом объекте.

Один из структурных вариантов организации телевизионного мониторинга в ИСО «Орион» заключается в следующем:

1) Видеосигнал от аналоговых видеокамер по коаксиальному кабелю попадает на видеорегистратор (DVR), и далее на монитор (Рисунок 5).



Рисунок 5 - Аналоговое видеонаблюдение с локальным рабочим местом

2) Видеосигнал от сетевых видеокамер в цифровом формате передаётся по сети Ethernet (кабель «Витая пара» (UTP 5e)) на сетевой видеорегистратор (NVR), и далее на монитор (Рисунок 6).

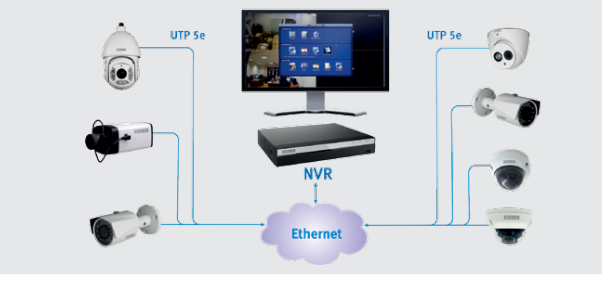


Рисунок 6 - Сетевое видеонаблюдение с локальным рабочим местом

В данном варианте базовые функции видеонаблюдения – отображение видеоизображения в реальном времени. Запись и воспроизведение видеоархива выполняется встроенной в видеорегистратор программой. Видеоизображение может отображаться на стандартном компьютерном мониторе.

# 2. РАСЧЕТ ОСНОВЫХ ПАРАМЕТРОВ И ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМЫ

## 2.1 Анализ технического задания и информационно-патентный поиск

Первый этап разработки системы телевизионного мониторинга объекта заключается в выполнении анализа технического задания. Согласно ТЗ, система должна удовлетворять следующим параметрам:

1. Тип источника – солнце;
2. Расстояние от объекта до телевизионной камеры – 10 м;
3. Угол зрения ТВ-камеры – 45 градусов;
4. Показатели надежности (наработка на отказ) – 1500 часов;
5. Размер экрана устройства отображения - 30 см.

Второй этап разработки ТВ-мониторинга объекта состоит в осуществлении информационно-патентного поиска.

Патент – это документ, удостоверяющий приоритет изобретения, авторство и исключительное право на изобретение. Срок действия патента составляет от 5 до 25 лет в зависимости от страны патентования и объекта патентования.

Патентный поиск заключается в процессе отбора соответствующих запросу документов или сведений по одному или нескольким признакам из массива патентных документов или данных. При этом осуществляется процесс поиска из множества документов и текстов, соответствующих только теме или предмету запроса.

Патентный поиск осуществляется посредством информационно-поисковой системы и выполняется вручную или с использованием соответствующих компьютерных программ, а так же с привлечением соответствующих экспертов.

При патентном поиске происходит сравнение выражения смыслового содержания информационного запроса и содержания документа.

Патентный поиск - трудоёмкое, но необходимое мероприятие. Он необходим не только лицам или организациям, желающим запатентовать изобретение, но и промышленным предприятиям, желающим использовать это изобретение.

Далее будут представлены несколько патентов , которые схожи с нашей системой телевизионного мониторинга объекта.

[G08B13/196](http://www.findpatent.ru/catalog/7/118/684/7046/58338/) - Классификация патента по системе МПК

Номер авторского свидетельства - № 2446478

Автор: Смелков В. М.

«Изобретение относится к телевизионной технике и преимущественно может быть использовано в системах контроля, наблюдения и обнаружения подвижных объектов, а также в других устройствах телевизионной автоматики, которые выполнены с использованием фотоприемника в виде матрицы приборов с зарядовой связью (матрицы ПЗС). Техническим результатом является обеспечение визуального контроля ситуации в зоне нарушения после регистрации наличия движущихся малоконтрастных объектов из-за низкого отношения сигнал/шум в видеосигнале на входе монитора. В заявленной системе в телевизионную камеру введены пиковой детектор, аналого-цифровой преобразователь, формирователь длительности, одновибратор, RS-триггеры, обеспечивающие в течение заданного интервала измерение текущего значения видеосигнала, преобразования в цифровую форму и записи этого значения к определенному моменту времени в счетчики формирователя длительности. После чего видеокамера переходит в режим, при котором длительность накопления устанавливается оптимальной по критерию максимума отношения сигнал/шум» [7].

[G08B13/196](http://www.findpatent.ru/catalog/7/118/684/7046/58338/) - Классификация патента по системе МПК

Номер авторского свидетельства - № 2149460

Авторы: Мироничев С. Ю., Мельничук А.В.

«Изобретение относится к охранным средствам для закрытых жилых и нежилых помещений, открытых периметров складов, гаражей, административных и производственных зданий, а также видеодомофонов. Техническим результатом является создание телевизионной системы охраны и наблюдения, обеспечивающей использование коаксиальной разводки коллективной антенны для передачи телевизионного сигнала на телевизоры пунктов наблюдения без создания помех на сигналы телевизионных станций вещания. Система содержит телевизоры, кабельные распределители, блок видеонаблюдения, узел согласования телевизионного сигнала, подводящий кабель, усилитель подводящего кабеля, причем блок видеонаблюдения включает видеокамеру, микрофон, преобразователь видеосигнала, усилитель, модулятор, управляющий фильтр, управляемый фильтр, гетеродин, а узел согласования телевизионного сигнала включает частотно-независимый аттенюатор, амплитудный выравниватель и блок подмешивания сигнала» [8].

## 2.2 Разработка структуры системы

Ниже, на рисунке 7, представлена структура разрабатываемой системы, основанная на анализе технического задания.

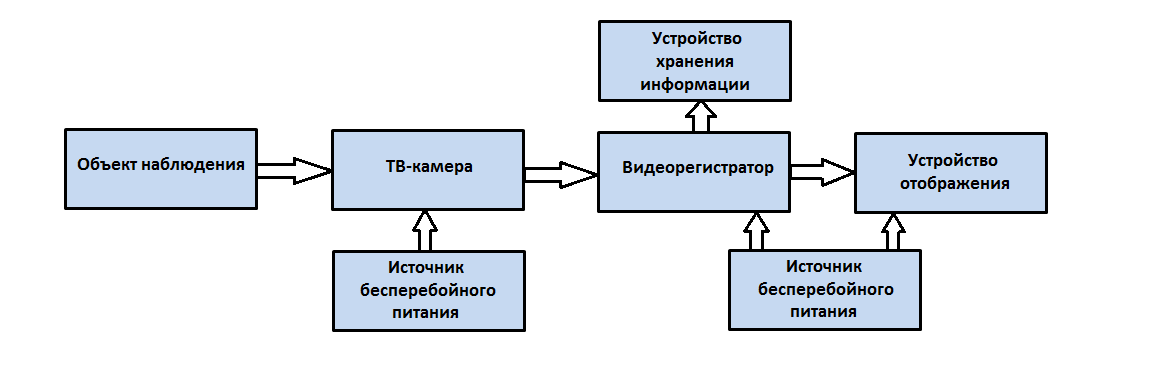


Рисунок 7 - Структура системы

Изображение объекта (двухэтажного дома) фокусируется на фоточувствительной поверхности датчика ТВ-камеры, где преобразуется в сигналы яркости, к которому добавляются сигналы гашения и синхронизации. Камера подключается к видеорегистратору и передает на него видеосигнал по коаксиальному кабелю. Видеорегистратор получает сигнал, преобразует его в изображение, сжимает, и, при необходимости, записывает на накопители. Также одной из задач видеорегистратора служит выведение изображения с подключенных камер на устройство отображения (монитор), которое служит для просмотра видео в режиме реального времени или же для воспроизведения видео, записанного на устройство хранения информации.

## 

**2.3 Светотехнический расчет**

Исходные данные:

1) Объект телевизионного наблюдения – двухэтажный дом;

2) Условия освещения телевизионной камеры - солнечный свет.

В данном расчете необходимо определить требуемую освещенность объекта ТВ наблюдения и параметры оптической системы.

Освещенность объекта характеризует отношение плотности светового потока   
к освещаемой поверхности:

E=F/S, (1)

где:

F - световой поток, создаваемый источником света, лм;

S - площадь освещаемой поверхности, м2.

Так как источником освещения является только солнечный свет, тогда закон аддитивности для расчета параметров применяться не будет. Но, так как разрабатываемая система предполагает круглосуточную работу, то требуется рассчитать значения освещенности не только в солнечный день, но и освещенность в пасмурную погоду, и освещенность ночью [9].

Освещённость объекта в солнечный день приблизительно равна  
 люкс.

Освещённость объекта в пасмурный день приблизительно равна  
 люкс.

Освещённость объекта ночью люкс.

Для светотехнического расчета необходимо вычислить минимальную освещенность на светочувствительной поверхности датчика телевизионного сигнала, которая связана с освещенностью на объекте следующим соотношением:

, (2)

где:

- коэффициент отражения объекта;

– коэффициент пропускания объектива;

– относительное отверстие объектива;

m – отношение размера светочувствительной поверхности датчика телевизионного сигнала к размеру объекта;

– освещенность на объекте.

Для светотехнического расчета также необходимо выбрать объектив. Выберем предварительно объектив Amatek AC-IS136V [10]. Данный объектив имеет следующие характеристики:

1. Коэффициент отражения объекта ;
2. Коэффициент пропускания объектива ;
3. Относительное отверстие объектива

Тогда, минимальная освещенность на светочувствительной поверхности датчика телевизионного сигнала будет равна:

люкс.

Полученная минимальная освещенность на светочувствительной поверхности датчика телевизионного сигнала является достаточной для телевизионного наблюдения при дневном освещении. В ночное время суток наблюдение за объектом будет осуществляться при помощи инфракрасной подсветки, встроенной в ТВ-камеру.

## 2.4 Расчет углов обзора ТВ-камеры и выбор объектива

Исходные данные:

1. Высота установки ТВ-камеры - 10 м;
2. Расстояние до объекта наблюдения - 10 м;
3. Высота и ширина наблюдаемого объекта - 8\*7 м;
4. Размеры светочувствительной поверхности ТВ-датчика - 3,6\*2,7 мм.

Угол обзора ТВ-камеры рассчитывается в горизонтальной и вертикальной плоскостях, исходя из геометрических соотношений.

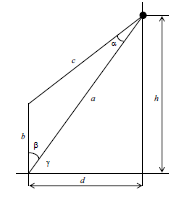


Рисунок 8 - Угол обзора камеры в вертикальной плоскости

Угол обзора в вертикальной плоскости (рисунок 8) рассчитывается по формуле:

*,*  (3)

где:

а- расстояние от ТВ-камеры до объекта наблюдения;

b- высота объекта наблюдения;

с- расстояние до верхней точки объекта.

*==*= 56°

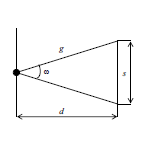
**

Рисунок 9 - Угол обзора камеры в горизонтальной плоскости

Угол обзора в горизонтальной плоскости (рисунок 9) рассчитывается по формуле:

(4)

где:

d-расстояние до объекта;

s-ширина объекта.

При известных размерах светочувствительной поверхности датчика   
ТВ-сигнала и заданном угле поля зрения ТВ-камеры фокусное расстояние объектива определяется по формуле:

*F* = *l*/2tg(ϕ/2), (5)

где:

*l* – геометрический размер ПЗС-матрицы (светочувствительной поверхности) по горизонтали (или по вертикали);

ϕ – угол поля зрения по горизонтали (или по вертикали).

Фокусное расстояние объектива будет равно:

F=3,6/2\*tg(38/2) = 5,3 мм

Получив фокусное расстояние объектива, можно определить расстояние до изображения объекта в пространстве изображений, пользуясь соотношением Гаусса:

, (6)

где:

d – расстояние до объекта;

dиз – искомое расстояние до изображения.

Определим расстояние до изображения объекта:

= 188,8 мм

При заданных параметрах объектива и ПЗС-матрицы полоса захвата  
 ТВ-камеры оценивается по формуле:

(7)

Тогда:

*м -* по горизонтали;

.

В результате получаем полосу захвата для разрабатываемой системы, которая равна 6,8x5,1 м.

Таким образом, выбранный ранее объектив соответствует нашей системе телевизионного мониторинга.

Размеры объекта совпадают с полосой захвата телевизионной камеры, поэтому на экране устройства отображения будет виден весь наблюдаемый объект, то есть двухэтажный дом.

## 2.5 Расчет числа элементов датчика ТВ-сигнала

Исходные данные:

1. Размер изображения объекта - 4:3;
2. Размер светочувствительной поверхности датчика ТВ-сигнала-3,6\*2,7 мм;
3. Число строк ТВ-изображения-625;
4. Формат ТВ-изображения- 4:3.

В данном расчете необходимо определить размер и форму элемента разложения (пиксела), число активных пикселов, полное число пикселов, полное число пикселов в кадре и подобрать подходящий датчик ТВ-сигнала.

Сначала необходимо задать значение числа строк Zmin. Это число строк требуется для уверенного различения самых маленьких деталей в объекте телевизионного мониторинга.

Предварительно число активных строк изображения рассчитывается по формуле:

Za=Zmin\*Hиз/hиз, (8)

где:

Hиз – размер (высота) светочувствительной поверхности датчика телевизионного сигнала;

hиз – размер (высота) изображения объекта (этот размер и составляет число Zmin строк ТВ-изображения).

Получаем:

Za= 625\*2,7/3=562

Полученный результат уточняется в соответствии с заданным числом строк Z.

Так как размер изображения объекта 4:3, то окончательно устанавливается число элементов разложения по вертикали ny, равное ny = 575.

Таким образом, учитывая принятое значение Za и формат изображения kиз=bиз/hиз, выбирается подходящий формат кадра kф и рассчитывается число элементов разложения по горизонтали:

(9)

Число элементов разложения по горизонтали будет равно:

Далее вычисляется общее число элементов по следующей формуле:

(10)

Общее число элементов будет равно:

Следующим шагом является определение размеров элемента разложения по горизонтали и вертикали, основываясь на уже известных размерах и формате изображения объекта, известном общем числе строк и учитывая Za:

1. В горизонтали:

(11)

(12)

Проанализировав все полученные расчеты, выбирается датчик ТВ-сигнала. В нашем случае это твердотелый датчик ТВ-сигнала фирмы Dalsa со следующими характеристиками:

Модель: FTT1010M;

Размер диагонали: 16,8 мм;

Число активных элементов по горизонтали и вертикали: 1024 и 1024;

Размер элемента: 12х12мкм.

## 2.6 Расчет информационной емкости ТВ-изображения

Исходные данные:

1. Число строк разложения – 625;
2. Формат кадра – 4:3;
3. Форма элемента разложения (пиксела) – квадратная;
4. Число градаций яркости – 8;
5. Число кадров, передаваемых в единицу времени – 25.

В данном расчете необходимо определить информационную емкость ТВ-изображения в битах.

Вычислим информационную емкость элемента изображения. Так как число градаций яркости *n* задано, то информационная емкость элемента изображения будет вычисляться по формуле:

(13)

Следовательно, информационная емкость кадра, который содержит *N* элементов, будет определяться по формуле:

(14)

Допустим, что число строк разложения *Z* задано. При формате кадра *k*, считая, что элемент изображения имеет квадратную форму, получим общее число элементов:

(15)

Получим, что информационная емкость телевизионного кадра в битах вычисляется по формуле:

(16)

В результате расчета получили, что информационная емкость телевизионного кадра будет равна .

## 2.7 Расчет параметров развертки

Исходные данные:

1. Число строк – 625;
2. Вид развертки – чересстрочная (50Ч);
3. Частота кадров – 25 Гц;
4. Частота полей – 50 Гц;
5. Частота строк – 15625 Гц;
6. Вид модуляции сигнала – частотная модуляция (ЧМ).

В этом расчете требуется определить число элементов разложения (пикселов), длительности составляющих полного ТВ-сигнала и полосу частот, которая необходима для его передачи.

По стандарту ГОСТ 7845-92 [11] в телевизионном вещании принято считать, что полное число строк в кадре *z* = 625 при чересстрочной развертке кратностью 2 с частотой смены кадров = 25 Гц и частотой полей = 50 Гц. Строчная частота будет равна 15625 Гц. Длительности гасящих импульсов строк и полей при этом равны =12мкс, = 160 мкс.

При этих допущениях рассчитаем следующие параметры развертки:

1. Относительную длительность строчного гасящего импульса

, (17)

где:

– период строчной развертки;

*n* – число кадров, передаваемых в секунду;

*z* – номинальное число строк разложения изображения;

Получим:

1. Длительность активной части строки:

(18)

1. Относительную длительность кадрового гасящего импульса:

, (19)

где:

*-*период кадровой развертки;

*-*частота кадровой развертки;

1. Число активных строк разложения:

(20)

1. Величину отношения:

(21)

*13,3*

1. Число элементов разложения (пикселов) изображения в активной части строки:

, (22)

где:

k- формат кадра;

1. Число элементов разложения (пикселов) в активной части кадра:

(23)

1. Длительность сигнала яркости от одного элемента разложения (время передачи одного элемента разложения):

(24)

1. Максимальную частоту в спектре сигнала яркости:

(25)

Исходя из максимальной частоты в спектре ТВ-сигнала, выберем нужную полосу пропускания канала передачи информации. Тогда необходимая полоса пропускания будет составлять:

*В* = 2 = 13 МГц (26)

## 2.8 Расчет параметров канала передачи ТВ-сигнала и выбор способа передачи

Исходные данные:

1. Информационная емкость ТВ-изображения: ;
2. Ширина полосы пропускания канала передачи данных: 13 МГц;
3. Отношение сигнал/шум: 20 дБ;
4. Частота появления ошибочных битов: BER = 10–10.

В данном расчете необходимо найти пропускную способность канала передачи телевизионного сигнала, выбрать способ модуляции.

Расчет пропускной способности канала передачи информации (линии связи) происходит исходя из ширины спектра передаваемого сигнала и отношения сигнал/шум. В общем случае для расчета предельной пропускной способности канала передачи информации используют формулу Шеннона-Хартли:

*С* = *B*  (1+*S*/*N*), (27)

где:

*C* – максимально возможная пропускная способность канала передачи, бит/с;

*B* – ширина полосы пропускания, Гц;

*S*/*N* –отношение сигнал/шум, дБ.

Исходя из условия, что отношение сигнал/шум = 20 дБ и учитывая полосу пропускания *В* = 13 МГц, получим, что *С* ≈ 57 Мбит/с.

Далее рассчитаем требуемую пропускную способность канала передачи информации, при условии, что известны информационная емкость телевизионного кадра *Ck* и число кадров *Nk*, передаваемых в единицу времени:

(28)

Для цифровых каналов передачи нормированный аналог отношения сигнал/шум представлен формулой:

, (29)

где:

*E*б /*N*0, дБ – отношение количества энергии в бите (*Е*б), Дж, к плотности потока мощности шумов, *N*0, Вт/Гц;

*С*∑ – скорость передачи информации, бит/с;

*В* – полоса частот, Гц;

*S*/*N* – отношение несущая/шум, дБ;

*m* = log2*M* –коэффициент мапинга, где *M* – констелляционный размер.

Полученный результат сравниваем со значениями из таблицы 3 [12], представленной ниже. Из данной таблицы видно, что в нашем случае требуется использовать модуляцию 16-QAM.

Таблица 3

**Параметры модуляции цифрового канала передачи данных**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вид модуляции | *M* | *E*б/*N*0, дБ  (без учета кодирования)\* | Эффективность использования полосы пропускания, бит/с⋅Гц |
| BPSK | 4 | 9,5/13,1 | 1,0 |
| QPSK | 4 | 9,5/13,1 | 2,0 |
| 8-PSK | 8 | 13,1/16,5 | 3,0 |
| 16-PSK | 16 | 17,5/21,1 | 4,0 |
| 4-QAM | 4 | 9,5/13,1 | 2,0 |
| 16-QAM | 16 | 13,3/17,0 | 4,0 |
| 64-QAM | 64 | 17,7/21,4 | 6,0 |
| 256-QAM | 256 | 22,5/26,3 | 8,0 |
| 1024-QAM | 1024 | 27,6/31,3 | 10,0 |

\* В числителе значение для BER = 10–5, в знаменателе – для BER = 10–10.

Существует несколько вариантов передачи видеосигнала от видеокамеры на видеорегистратор, и далее на устройство отображения [13]. Системы передачи видеоинформации подразделяются два типа: аналоговые и цифровые.

1. Аналоговые способы передачи видеосигнала.

* Один из способов передачи аналогового сигнала – посредством коаксиального кабеля. Данный способ заключается в передаче сигнала от видеокамеры приемнику (видеорегистратору) напрямую, без дополнительного оборудования, так как передающее и приемное оборудование предусматривает только такой способ передачи сигнала. Достоинствами такого способа являются простота системы, ее надежность, отсутствие дополнительного оборудования. К недостаткам можно отнести дороговизну кабеля, ограниченность в расстоянии, слабая помехозащищенность.
* Витая пара – еще один способ передачи аналогового сигнала. Данный способ требует дополнительное оборудование: передатчик и приемник для каждого видеозвена. Достоинствами является низкая цена кабеля, возможность передачи видеосигнала на большие расстояния и высокая помехозащищенность.
* Оптоволоконные линии связи являются самым эффективным решением для реализации видеонаблюдения на большие расстояния, но имеют высокую стоимость. Оптоволоконные линии помехозащищены, имеют большой срок работы.
* Также существуют беспроводные видеокамеры и различные устройства передачи видеосигналов по радиоканалу. Но такие системы ненадежны, работают на малых дистанциях передачи, зависимы от погодных условий. Достоинством является отсутствие проводов, но в любом случае к камере нужно подводить питание.

1. Цифровые системы передачи информации.

* IP видеокамера преобразует аналоговый поток в цифровой. Для этого используется обычный кабель для компьютерных сетей типа UTP. IP видеокамеры помехозащищены, имеют высокое разрешение видеозаписи. IP видеокамеры имеют соединение с видеосервером, на который устанавливается ПО, задачей которого является связь с камерами, отображение видеоинформации и сохранение видеоинформации в памяти.
* WI-FI системы имеют возможность беспроводной передачи видеосигнала. Главным достоинством является отсутствие сигнальных проводов, но передающая и приемная стороны должны находиться в прямой видимости.
* GSM камеры представляют собой IP камеры с GSM модулем. Такие камеры используют сети сотовых операторов для передачи видеосигнала. Сигнальные провода не требуются, возможен доступ с любой точки мира. К недостаткам можно отнести дороговизну оборудования.
* В нашей разрабатываемой системе телевизионного мониторинга двухэтажного дома используем коаксиальный кабель. Обусловлено это тем, что передача сигнала осуществляется на небольшое расстояние (до 50 метров), следовательно, использование коаксиального кабеля оптимальным вариантом.

## 2.9 Расчет характеристик устройства отображения (моделирование)

Исходные данные:

1. Яркость и контраст изображения на экране: 150 кд/м2;
2. Размеры экрана: 21.3 дюймов;
3. Расстояние от экрана до наблюдателя: 1м.

На этом этапе расчетов требуется определить контрастно-частотные характеристики (КЧХ), построить графики этих характеристик и получить численное значение критерия качества устройства отображения. Построение графиков и расчеты выполняются на компьютере при помощи специальной программы.

Обобщенный критерий для оценки технического качества устройства отображения представляется в виде:

, (30)

где:

K – контраст изображения на экране, обеспечиваемый в заданных условиях наблюдения;

νву+зс (m, n) – двумерная совместная КЧХ воспроизводящего устройства   
и зрительной системы;

νзс(m, n) – двумерная КЧХ зрительной системы человека;

m, n – частоты пространственных гармонических составляющих   
по осям x и y соответственно.

Контраст определяет верхнюю границу уровня качества q = 1.

При заданных параметрах яркости и контраста изображения на экране и расстояния от экрана монитора до наблюдателя получаем следующие результаты, представленные ниже на рисунке 10.

На оси абсцисс отложены пространственные частоты в телевизионных линиях, на оси ординат – относительный контраст (глубина модуляции).

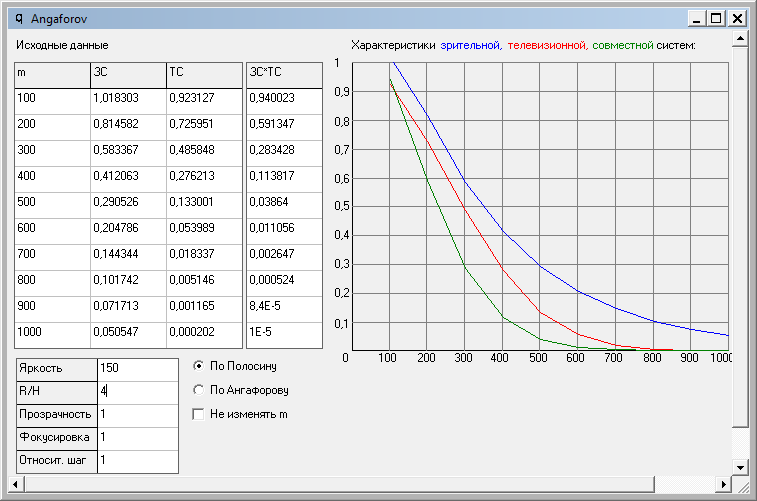


Рисунок 10 - Контрастно-частотные характеристики

Из зависимостей, представленных на рисунке 10, можно сделать вывод, что при заданной яркости и параметре R/H (данный параметр представляет собой отношение расстояния от экрана до наблюдателя к высоте экрана) КЧХ совместной системы значительно хуже зрительной. В данном моделировании показатель качества равен q = 0,48.

Увеличим параметр яркости в два раза, при этом параметр R/H оставим неизменным. Тогда получим следующий результат моделирования (рисунок 11).

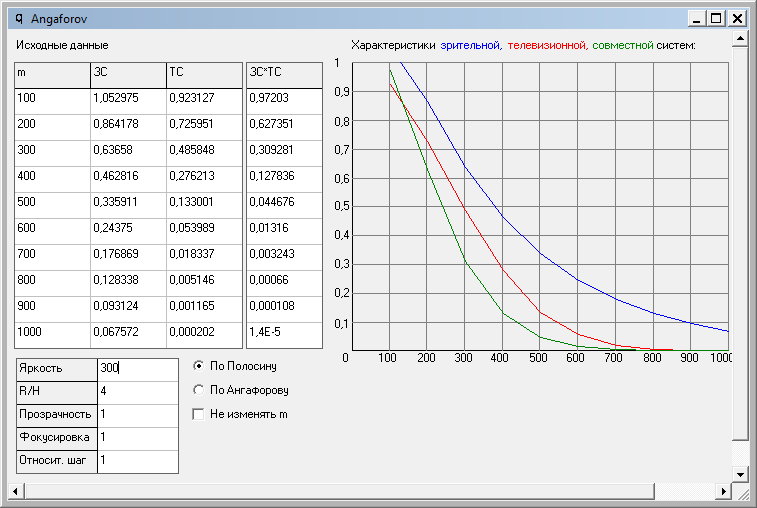


Рисунок 11 – Контрастно-частотные характеристики с увеличенной в два раза яркостью

Как видно из результатов моделирования на рисунке 11, КЧХ зрительной, телевизионной и совместной систем изменились несущественно. Показатель качества при этом равен q = 0,46.

В следующем моделировании параметр яркости оставим исходным, при этом будем изменять параметр отношения расстояния от экрана до наблюдателя к высоте экрана R/H. Результаты данного моделирования можно наблюдать на рисунке 12 и на рисунке 13.

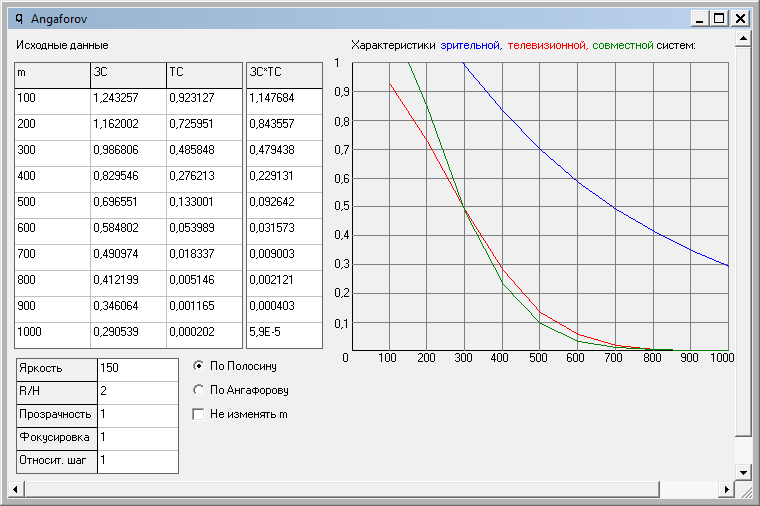


Рисунок 12 - Контрастно-частотные характеристики с уменьшенным в два раза параметром R/H

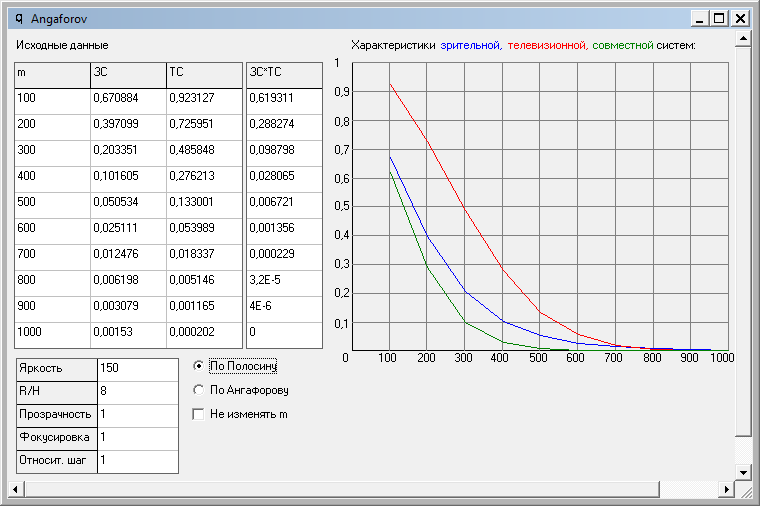


Рисунок 13 - Контрастно-частотные характеристики с увеличенным в два раза параметром R/H

Как видно из рисунков 12 и 13, изменение расстояния наблюдения значительно влияет на результирующую КЧХ. При малом значении параметра дальности на совместную КЧХ системы большее влияние оказывает КЧХ телевизионной системы. При увеличении параметра дальности КЧХ дисплея будет превосходить КЧХ зрительной системы, следовательно, совместная КЧХ будет определяться в большей мере характеристикой зрительной системы.

Следующим шагом, исходя из параметров, указанных в техническом задании, и из результатов моделирования будет выбор устройства отображения для нашей системы телевизионного мониторинга объекта. Данным условиям соответствует следующий монитор: NEC multisync p212-bk [14].



Рисунок 14 – Монитор для разрабатываемой системы

Технические характеристики для данного монитора представлены в таблице 4.

Таблица 4

**Технические характеристики монитора**

|  |  |
| --- | --- |
| Модель | NEC |
| Марка | multisync p212-bk |
| Диагональ | 21.3" |
| Поддерживаемое  разрешение | 1600х1200; 280х1024;  1280х960; 1024х768;  800х600; 720х400 |
| Соотношение сторон | 4:3 |
| Тип матрицы экрана | TFT IPS |
| Подсветка | LED |
| Макс. частота обновления кадров | 85 Гц |
| Шаг точки по горизонтали | 0.27 мм |
| Шаг точки по вертикали | 0.27 мм |
| Яркость | 440 кд/м2 |
| Контрастность | 1500:1 |
| Время отклика | 8 мс |
| Область обзора | по горизонтали: 178°,  по вертикали: 178° |
| Максимальное количество цветов | более 1 млрд |
| Частота обновления | строк: 32-99 кГц;  кадров: 50-85 Гц |
| Потребляемая мощность | при работе: 57 Вт, в режиме  ожидания: 0.50 Вт |

## 2.10 Расчет надежности

Исходные данные:

1. Перечень элементов, входящих в состав системы;
2. Интервал времени работы системы: 24 часа;
3. Средняя наработка на отказ: 1500 часов.

В результате данного расчета требуется определить основные показатели надежности телевизионной системы и сравнить полученные результаты с заданными в техническом задании.

Основными показателями надёжности являются [15]:

• интенсивность отказов;

• вероятности безотказной работы и отказа;

• средняя наработка на отказ;

• коэффициент готовности.

Расчёт надежности рекомендуется проводить при следующих условиях:

• система состоит из отдельных элементов с известными значениями интенсивности отказов;

• отказ любого элемента приводит к отказу всей системы;

• все отказы элементов независимы друг от друга;

• последствия отказов устраняют с помощью замены отказавшего элемента  
на однотипный;

• вынужденный простой системы из-за отказов не учитывается.

Общая интенсивность отказов определяется по следующей формуле:

(31)

*Nk* – количество элементов *k*-го типа;

λk– средняя интенсивность отказов элементов *k*-го типа:

λk= λ0к*\*а1*\**а2* , (32)

где:

λ0*k* – справочные данные об интенсивности отказов элементов *k*-го типа;

*а*1, *а*2 – поправочные коэффициенты, учитывающие условия эксплуатации.

В таблице 5 приведен перечень основных элементов разрабатываемой системы, средней интенсивности отказов и общей средней интенсивности отказов.

Поправочные коэффициенты в нашем случае будут равны 1,07 и 2.

Таблица 5

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип элемента** | **Кол-во элементов** | **λ0к\*10-6, ч-1** | **λк\*10-6, ч-1** | **Nk\* λк\*10-6, ч-1** |
| ТВ-камера | 1 | 150 | 321 | 321 |
| Видеорегистратор | 1 | 3,3 | 7,06 | 7,06 |
| Устройство отображения | 1 | 50 | 107 | 107 |
| Источник бесперебойного питания | 2 | 20 | 42,8 | 85,6 |
| Кабели | 5 | 0,475 | 1,02 | 5,1 |
| Устройство хранения информации | 1 | 5 | 10,7 | 10,7 |

Общая интенсивность отказов получилась равной:

Следовательно, наработка на отказ будет равной:

*Т*о = 1/Λ (33)

*Т*о=1864 часа

Тогда вероятность безотказной работы будет равна:

(34)

В результате расчетов получили, что наработка на отказ разрабатываемой системы составила 1864 часа, что на 24% превышает заявленную наработку в техническом задании. Таким образом, можно считать, что разрабатываемая система телевизионного мониторинга объекта является надежной.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате проделанной работы был выполнен сравнительный анализ систем телевизионного наблюдения, анализ технического задания и информационно-патентный поиск. Также была разработана структура схемы и произведены расчеты основных параметров и характеристик системы, а именно:

1. Светотехнический расчет;
2. Расчет углов обзора ТВ-камеры и выбор объектива;
3. Расчет числа элементов датчика телевизионного сигнала;
4. Расчет информационной емкости ТВ-изображения;
5. Расчет параметров развертки;
6. Расчет параметров канала передачи ТВ-сигнала и выбор способа передачи;
7. Расчет характеристик устройства отображения;
8. Расчет надежности.

В результате сравнительного анализа были рассмотрены аналоговые и цифровые системы телевизионного мониторинга объекта, произведено их сравнение. Также было найдено два прототипа разрабатываемой системы: телевизионная система видеонаблюдения и видеорегистрации (ТСНР) «Тайфун» и интегрированная система охраны (ИСО) «Орион» (производства компании «Болид»).

Исходя из анализа технического задания, была разработана структура системы телевизионного наблюдения.

Исходя из результатов расчетов, была выбрана ТВ-камера, был выбран подходящий для системы датчик ТВ-сигнала, а также подобрано устройство отображения. В результате расчета надежности системы получили, что итоговый показатель наработки на отказ системы на 24 процента превышает указанный в техническом задании.

В итоге разработанная система оказалась конкурентоспособной, но при определенных условиях и задачах. При мониторинге определённого объекта, в нашем случае двухэтажного дома, на расстоянии от камеры до объекта не более 15 метров, в режиме круглосуточной работы полученная система ТВ-мониторинга является одной из наиболее приспособленных и адаптированных. Основной упор в системе был сделан на простоту, дешевизну и доступность.

В конечном счете, разработанная система телевизионного мониторинга в итоге полностью удовлетворяет требованиям, заданным в техническом задании.

# СПИСКОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Телевизионные системы наблюдения: учебное пособие С.А. Алексеев, В.В Волхонский, А.В. Суханов, Ун-т ИТМО, СПб, 2015
2. Сайт журнала «Системы безопасности» - <http://safe.cnews.ru/articles/2015-09-25_videonablyudenie_na_chto_rasschityvaet_biznes>
3. Основы телевидения. Издание 1 / Москатов Е.А., Тананрог, 2005.
4. ГОСТ Р 53535–2009. Цифровое телевидение высокой четкости. Аналоговое и цифровое представление сигналов. Цифровые интерфейсы. Технические требования.
5. Официальный сайт ООО "ЭВС" - <http://www.evs.ru/kat_all.php?kat=1>
6. Официальный сайт Компании «Болид» - <https://bolid.ru/files/491/669/h_327627ee2637ef9821b42739e2250fa3>
7. Сайт FindPatent - <http://www.findpatent.ru/patent/244/2446478.html>
8. Сайт FreePatent - <http://www.freepatent.ru/patents/2149460>
9. ГОСТ Р 51558 – 2014 Средства и системы охранные телевизионные. Классификация. Общие технические требования. Методы испытаний.
10. Официальный сайт производителя Amatek - <http://amatek.su/products/ac-is136v?tab=tabOptions>
11. ГОСТ 7845-92 – 1993 Система вещательного телевидения. Основные параметры. Методы измерений.
12. Методы и средства отображения цветовой видеоинформации Л.Б. Кочин; Балт. гос. техн. ун-т. СПб, 2012
13. Телевидение: учебник для вузов / В.Е. Джакония, А.А. Гоголь, Я.В. Друзин и др. Москва, Телеком. 2002.
14. Официальный сайт производителя NEC - https://www.nec-display-solutions.com/p/ru/ru/products/details/t/Desktop-Displays/Professional-Displays/rp/P212.xhtml
15. Оценка показателей надежности электронных устройств и систем: учебное пособие Сорокин А.А., Алексеев П.С. / Балт. Гос. Техн. Ун-т СПб, 2003