МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет  
«Московский институт электронной техники»  
Институт микроприборов и систем управления

Степанов Павел Александрович  
АО «НТЦ ЭЛИНС», Отдел 72

Магистерская работа по направлению   
09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

Видеокодирование на ПЛИС

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студент |  | Степанов П.А. |
| Руководитель, |  |  |
| кандидат технических наук |  | Ухандеев В.И. |

Аннотация

Annotation

ОГЛАВЛЕНИЕ

[1 Список аббревиатур 4](#_Toc92566993)

[2 Введение 5](#_Toc92566994)

[2.1 Актуальность 5](#_Toc92566995)

[2.2 Цель диссертационной работы 5](#_Toc92566996)

[2.3 Задачи диссертации 5](#_Toc92566997)

[2.4 Методы исследований 5](#_Toc92566998)

[2.5 Новые научные результаты 5](#_Toc92566999)

[2.6 Достоверность полученных результатов, выводов и рекомендаций 5](#_Toc92567000)

[2.7 Практическая значимость работы 5](#_Toc92567001)

[2.8 Личный вклад автора 5](#_Toc92567002)

[2.9 Положения и выводы, выносимые на защиту 5](#_Toc92567003)

[2.10 Публикации автора по теме диссертации 5](#_Toc92567004)

[2.11 Структура и объем работы 5](#_Toc92567005)

[2.12 Краткое содержание диссертации 5](#_Toc92567006)

[2.13 Заключение 5](#_Toc92567007)

[2.14 Приложения 5](#_Toc92567008)

[3 Основная часть 7](#_Toc92567009)

[3.1 Почему и зачем 7](#_Toc92567010)

[3.2 Как 9](#_Toc92567011)

[3.3 Как это делаю я 9](#_Toc92567012)

[3.4 Что у меня получилось 9](#_Toc92567013)

[4 Заключение 10](#_Toc92567014)

[5 Список использованных источников 11](#_Toc92567015)

[6 Приложения 12](#_Toc92567016)

# Список аббревиатур

# Введение

## Актуальность

## Цель диссертационной работы

## Задачи диссертации

## Методы исследований

## Новые научные результаты

## Достоверность полученных результатов, выводов и рекомендаций

## Практическая значимость работы

## Личный вклад автора

## Положения и выводы, выносимые на защиту

## Публикации автора по теме диссертации

## Структура и объем работы

## Краткое содержание диссертации

## Заключение

## Приложения

# Основная часть

## Почему и зачем

Человечество ежедневно просматривает большое количество видеоматериала с помощью телевизора, компьютера или смартфона, не задумываясь о том, каким образом оно его получает. Учёные, ещё в начале 20 века, были озадачены тем, как запечатлеть то, что люди видят своими глазами, чтобы была возможность вновь воспроизвести эту информацию в другом месте.

Изначально был придумана механическая система, работающая по прицепу факса [1] (Рисунок 3.1.1) – металлическая подложка, на которую было нанесено статичное изображение непроводящей электричество краской, сканировалась построчно маятником, передавая сигнал приёмнику о том фон сейчас (металлическая подложка) или изображение. Приёмник состоял из маятника, который синхронизирован с маятником передатчика, и пластинки, которая темнела, когда на неё подавалось напряжение. Когда на приёмник приходил сигнал – это означало что сейчас передаётся фон и на пластинку маятником подавалось напряжение, из-за чего строка темнела.

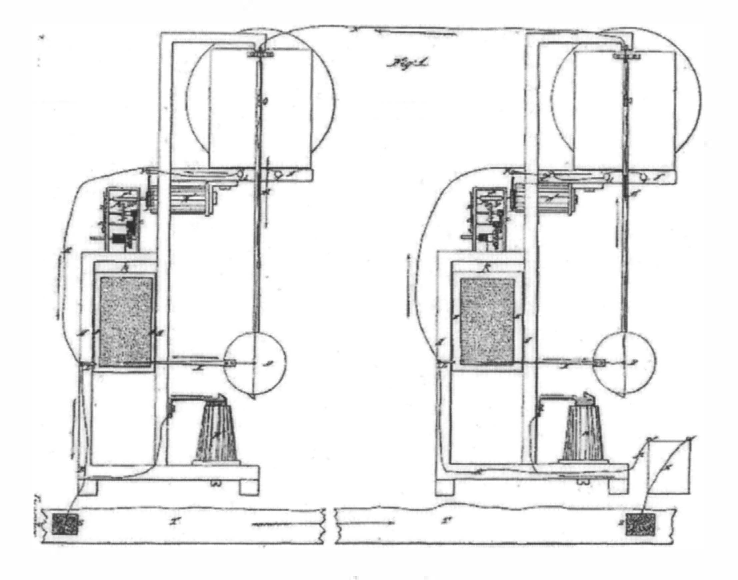


Рисунок . – Схематичное представление машины Александра Бэйна [1]

Однако, от этой системы в итоге отказались, по очевидным причинам: необходимо синхронизировать маятники, можно передавать только статичное изображение.

Чуть позже была придумана ещё одна механическая система, использующая диск Пауля Нипкова (Рисунок 3.1.2) для сканирования изображений [2, 3].

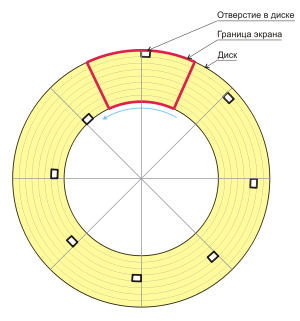


Рисунок . – Диск Нипкова

В передатчике находились диск Нипкова и фотоприёмник. Информация передавалась с фотоприёмника в приёмник, который состоял из диска Нипкова и источника яркого света. Оба диска Нипкова обязаны быть синхронизированными, вращаться с одной и той же скоростью в одну сторону.

Принцип работы этой механической системы состоял в том, что объект съёмки, находящийся перед диском, подсвечивался и построчно сканировался с помощью первого диска и фотоприёмника, расположенного за диском. После чего, сигнал с датчика использовался для модуляции яркости источника света, расположенного за вторым диском, из-за чего перед диском построчно появлялось изображение.

Разрешение изображения было ограничено размерами диска (вертикальное разрешение) и количеством отверстий в диске (горизонтальное разрешение).

Позже была разработана электронная система, основанная на электронно-лучевой трубке.

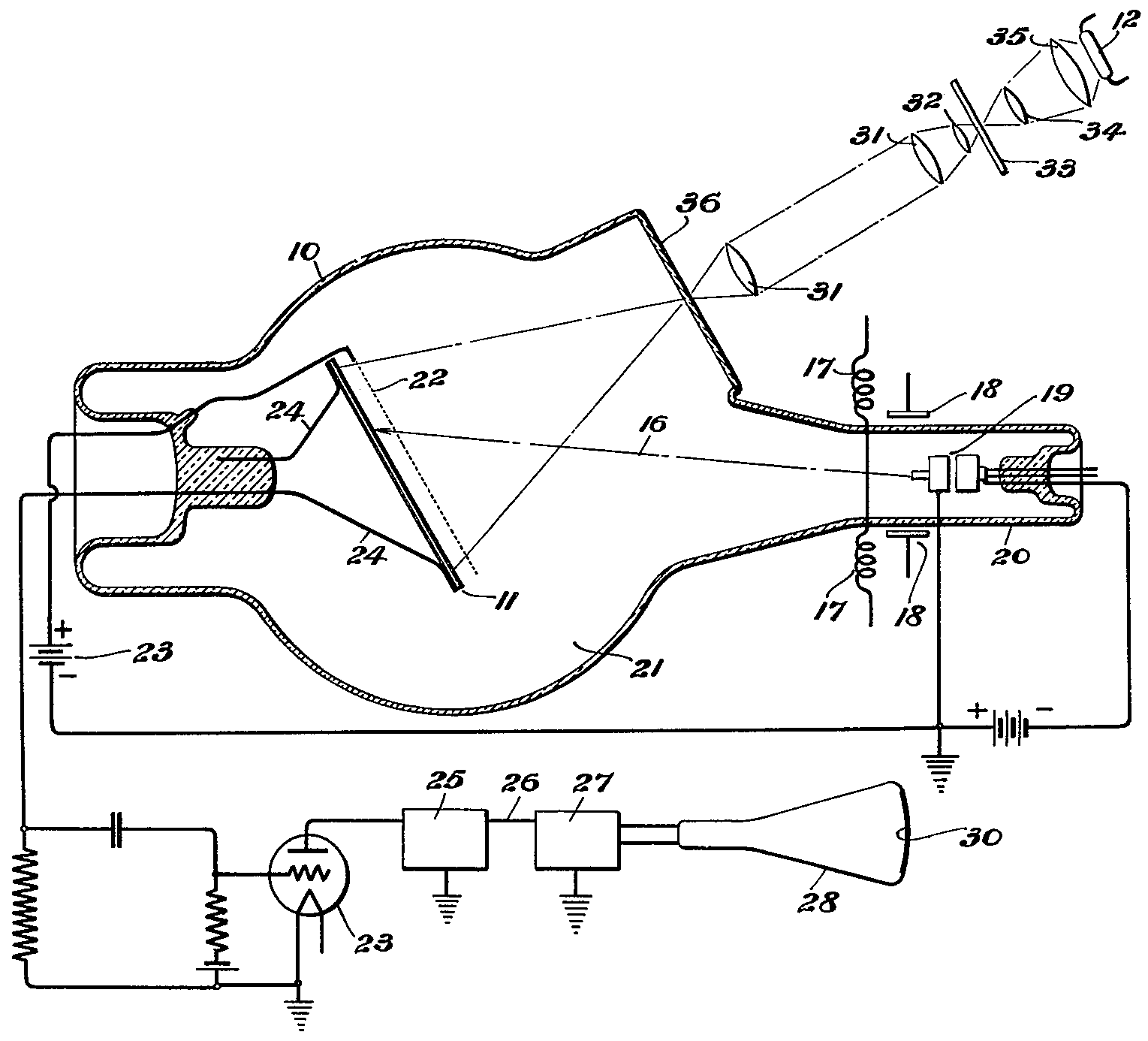


Рисунок . – Иконоскоп Зворыкина [4]

Изображение проецировалось на светочувствительный элемент, который состоял из двух слоёв, за счёт фотоэффекта [5] из слоя, на который проецировалось изображение выбивались электроны и накапливались на втором слое. Положительно заряженный слой построчно сканировался пучком электронов, из-за чего происходила перезарядка конденсатора, по току которого определялась яркость части изображения.

Изображение выводилось при помощи луча электронов, который построчно подсвечивал люминофор, находившийся на экране. Так было изобретено телевидение.

Основная задача передачи изображения была решена, но не было понятно, как сохранять запечатлённую информацию, чтобы использовать её вновь. Десятилетиями человечество записывало экран с телевизора на плёнку, после чего эта плёнка проявлялась, и, если была необходимость вновь передать содержимое плёнки на расстояние, плёнка воспроизводилась и транслировалась по технологии, описанной выше.

С развитием технологий, человечество перестало использовать электронно-лучевые трубки и видеоплёнки, на замену им пришли жидкокристаллические экраны / экраны на органических светодиодах и жёсткие диски / твердотельные накопители соответственно. В наше время подавляющее большинство информации представлено в цифровом виде и хранится она тоже в цифровом виде.

Если изначально размеры экранов достигали значений 480p, т.е. 640 на 480 пикселей, то сейчас разрешения экранов могут достигать значений 16K   
[6, 7], что равняется 15360 на 8640 пикселей. Посчитать количество памяти необходимой для хранения несжатого видео можно следующим образом:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | , | () |

где W – (width) ширина одного кадра в пикселях, H – (height) высота одного кадра в пикселях, n – количество компонентов цвета для представления одного пикселя, BPC – (bits per color) количество бит на один цвет, FPS – (frame per second) количество кадров в секунду, t – (time) длительность видео.

Используя формулу (1) можно вычислить сколько будет занимать памяти видео длительностью одна минута с частотой кадров шестьдесят кадров в секунду в цветовом пространстве RGB888 (это цветовое пространство, в котором пиксель представляется тремя цветами: красным, зелёным и синим; количество бит на каждый цвет равно восьми) в разрешениях 480p (640 на 480 пикселей) и FullHD (1920 на 1080 пикселей): примерно 24,72 Гбит и 166,85 Гбит соответственно. Получаются очень большие значения, хотя это всего лишь минутное видео.

В настоящее время видео может передаваться по различным интерфейсам, например по Ethernet, при просмотре видео в интернете или использовании IP-телевидения видео передаётся непрерывно и сразу же воспроизводится – это называют видеопотоком.

Приравняв время одной секунде в формуле (1) можно получить формулу вычисления необходимой пропускной способности для видеопотока:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | , | () |

По формуле (2) для видеопотоков 480p и 1080p (другое обозначение FullHD разрешения) RGB888 при частоте кадров равной шестидесяти кадрам в секунду, потребовалась бы пропускная способность канала передачи равная 0,412 Гбит/с и 2,78 Гбит/с соответственно.

## Как

## Как это делаю я

## Что у меня получилось

# Заключение

# Список использованных источников

1. Giuseppe Pelosi. “The Great Men in Telecommunications:” Giovanni Caselli and the Invention of the Pantelegraph or Fax [Historical Corner] // IEEE Antennas and Propagation Magazine (Volume: 52, Issue: 3, June 2010), 27 September 2010, p. 194 – 198.
2. Б. Шефер «Самодельный телевизор» Детиздат, 1937 год, 34 стр.
3. Walter Barbirato. Fracarro, from the disk of Nipkow to the digital convergence // 2008 IEEE History of Telecommunications Conference, 12 Sept. 2008.
4. Zworykin, V. K. (n.d.) [filed 1931, patented 1935]. "Method of and Apparatus for Producing Images of Objects". Patent No. 2,021,907. United States Patent Office.
5. Яворский Б. М., Детлаф А. А., Лебедев А. К. Справочник по физике для инженеров и студентов вузов. — М., Оникс, 2007. — ISBN 978-5-488-01248-6. — с. 725
6. Video Electronics Standards Association (June 26, 2019). "VESA Publishes DisplayPort 2.0 Video Standard Enabling Support for Beyond-8K Resolutions, Higher Refresh Rates for 4K/HDR and Virtual Reality Applications". URL: <https://vesa.org/press/vesa-publishes-displayport-2-0-video-standard-enabling-support-for-beyond-8k-resolutions-higher-refresh-rates-for-4k-hdr-and-virtual-reality-applications/>. (Дата обращения: 12.01.2022).
7. DisplayDaily (August 23, 2018). "Innolux Premieres World's First 100 Inch 16K Display The Best Vision Ever".   
   URL: <https://www.displaydaily.com/article/press-releases/innolux-to-showcase-smartwatch-with-flexible-oled-display>. (Дата обращения: 12.01.2022).

# Приложения