

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК \_\_\_\_\_

Асламов  
Юрий Павлович

**СЪЕМ И ОБРАБОТКА ВИДЕОИНФОРМАЦИИ С КМОП-МАТРИЦЫ  
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОБНАРУЖЕНИЯ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра технических наук  
по специальности 1-39 80 02 «Радиотехника, в том числе системы и  
устройства радионавигации, радиолокации и телевидения»

---

Научный руководитель

Давыдов Игорь Геннадьевич

к.т.н., доцент

---

Минск 2016

## Введение

Современные информационные системы и технологии включают в себя большое количество процедур, моделирующих или поддерживающих процесс интеллектуального анализа данных. К простейшим процедурам такого типа относится любая классификация количественных данных по заданным пользователям критериям, более сложные обеспечивают анализ сцен, процессов, явлений с целью выделения объектов с заданными характеристиками или свойствами.

Процедуры подобного типа присутствуют не только в задачах анализа аэрокосмических изображений, но и при обработке сигналов в технических системах, в медицинской диагностике, биологии, социологии, банковском деле и других областях человеческой деятельности. По мере расширения сферы применения геоинформационных технологий и усложнения процедур геоинформационного моделирования процедуры анализа и классификации совокупностей данных, объектов и структур занимают все более значимое место и в геоинформационных системах нового поколения.

В системах обработки и анализа данных дистанционного зондирования спектр процедур подобного типа представлен наиболее широко. Практически весь процесс тематического дешифрирования аэрокосмической информации состоит из поэтапной группировки и дальнейшего преобразования данных с целью создания совершенно определенной, проблемно-ориентированной картины земной поверхности. Значительная часть этих этапов обеспечивается методами и алгоритмами, входящими в специализированные инструментальные пакеты, и задача обработчика состоит в создании наиболее эффективной схемы классификации данных применительно к поставленной прикладной задаче.

Проектирование любой системы тематического анализа и классификации информационных объектов и структур, независимо от сферы ее применения, требует от специалиста знания не только общих принципов проектирования информационных систем, но также основных методов и алгоритмов, обеспечивающих этот процесс, их рабочих характеристик и возможностей применения для анализа тех или иных типов информации.

Процесс, включающий распознавание зрительных и слуховых образов, можно определить как «сенсорное» распознавание. Процессы этого типа обеспечивают идентификацию и классификацию пространственных и временных образов. Примерами пространственных образов служат символы, отпечатки пальцев, синоптические карты, физические объекты и рисунки. Примерами временных образов являются: речь, сигналы, электрокардиограммы, характеристики цели в радиолокации и временные ряды.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы магистерской диссертации** обусловлена все более расширяющейся областью применения компьютерного зрения, вследствие преодоления определенного порога производительности, необходимого для осуществления обработки изображений за разумное время.

**Цель и задачи исследования.** Целью работы является разработка системы распознавания образов на видеоизображении, получаемом с КМОП-матрицы. Достижение поставленной цели потребовало решения следующих задач:

- провести анализ состояния, основных проблем и перспектив развития систем распознавания образов, на примере систем дистанционного зондирования Земли;
- рассмотреть методологические аспекты работы данных систем;
- разработать структурную схему блока электроники системы съема изображений;
- провести анализ существующих алгоритмов распознавания образов на видеоизображении;
- разработать алгоритм распознавания промышленных зданий на спутниковых снимках и проверить его работоспособность.

**Объект исследования** – система распознавания образов.

**Предметом исследования** является алгоритм получения видеоизображения с КМОП-матрицы и его обработка для решения задачи обнаружения.

**Теоретико-методологическую основу исследования** составили труды отечественных и зарубежных ученых, занимающиеся теоретическими и практическими вопросами: компьютерного зрения, распознавания образов и построения систем классификации объектов.

**Эмпирическую базу исследования** составили спутниковые снимки города Минска, а также набор тестовых изображений для проверки работоспособности алгоритмов.

**Объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы. Работа содержит 66 страниц основного текста, 35 рисунка. Список использованной литературы включает 33 наименования.

## Краткое содержание работы

Распознавание образов, как методология принятия решений на основе результатов наблюдений за объектами и процессами окружающего мира, возникло значительно раньше современных компьютерных систем и технологий. Первые методы распознавания разрабатывались для электронных аналоговых систем и рассматривались в рамках теории обработки сигналов.

В самом общем случае в качестве образа может рассматриваться любая информационная модель объекта или процесса абстрактного или реального мира. Отличительная особенность такой модели в задаче распознавания – это использование только того подмножества характеристик объектов исследования, которое обеспечивает выделение одной или нескольких групп объектов совершенно определенного типа. Целью процедуры распознавания является ответ на вопрос: относится ли объект, описанный заданными характеристиками, к интересующим нас категориям и если относится, то к какой именно.

Исходя из этого, можно сказать, что образ - это описание объекта или процесса, позволяющее выделять его из окружающей среды и группировать с другими объектами или процессами для принятия необходимых решений.

Для системы обработки информации образ - это совокупность данных об объекте или явлении, включающая параметры и связи. Параметры представляют собой количественные характеристики, полученные с помощью измерительных систем или математических моделей. Связи могут описывать как внутреннюю структуру образа, так и особенности его поведения, если мы имеем дело с динамическим объектом или процессом.

Прежде чем приступать к построению системы распознавания, необходимо проанализировать всю доступную информацию об объектах исследования и решить следующие вопросы.

- 1) Какими общими характеристиками и свойствами обладают объекты исследования и чем они различаются.
- 2) Если необходимые характеристики могут быть получены в результате измерений, какова точность этих измерений.
- 3) Существует ли подходящая модель (модели) для формального описания и анализа данных характеристик.

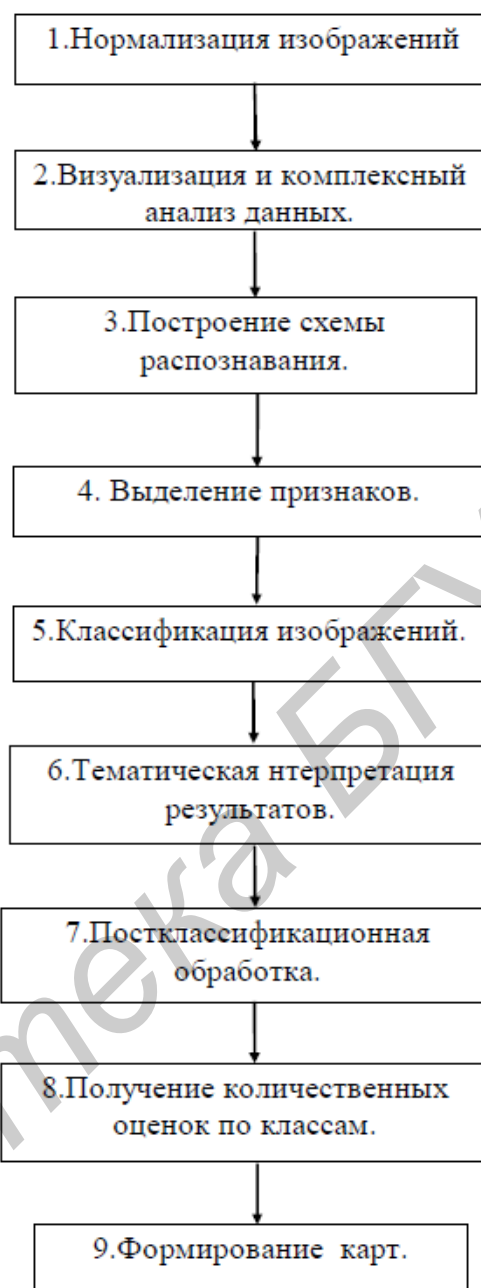
Общая схема построения системы распознавания показана на рисунке 1



**Рисунок 1 – Общая схема построения системы распознавания**

Система компьютерной тематической обработки данных дистанционного зондирования в большинстве случаев является сложной многоуровневой системой распознавания с большим количеством интерактивных процедур.

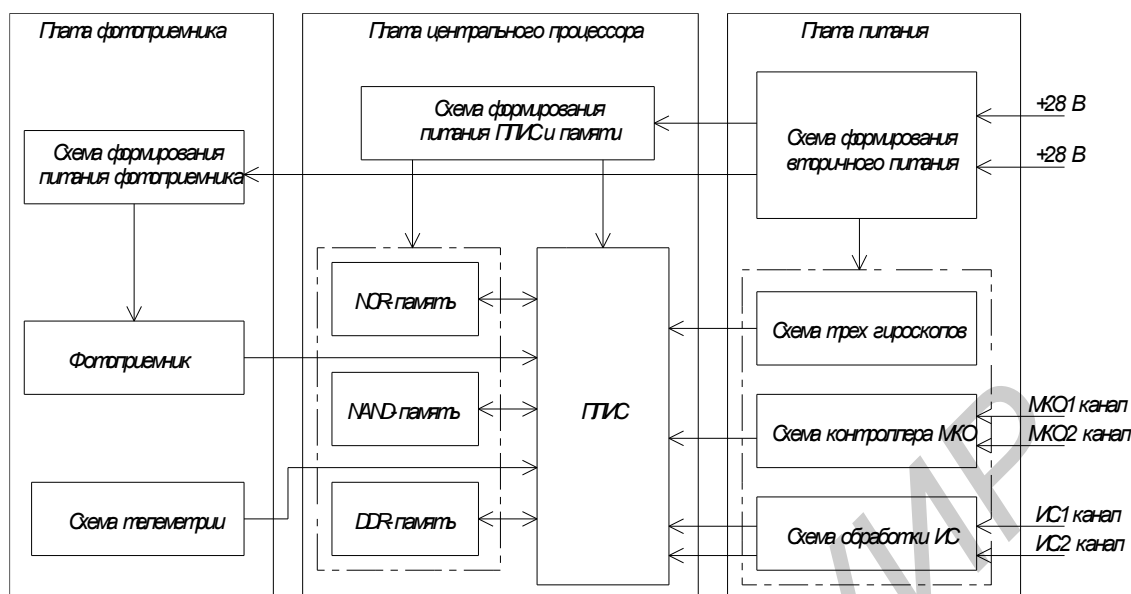
Общая схема системы распознавания данных ДЗ для решения прикладных задач состоит из блоков, представленных на рисунке 2.



**Рисунок 2 – Общая схема тематической обработки данных ДЗ**

На рисунке 3 приводится предлагаемая структурная схема блока электроники для малого аппарата ДЗЗ, который будет представлять собой гибко-жесткую конструкцию и состоять из 3 плат:

- платы питания (ПП);
- платы центрального процессора (ПЦП);
- платы фокальной плоскости (ПФП).



**Рисунок 3 – структурная схема блока электроники аппарата ДЗ3**

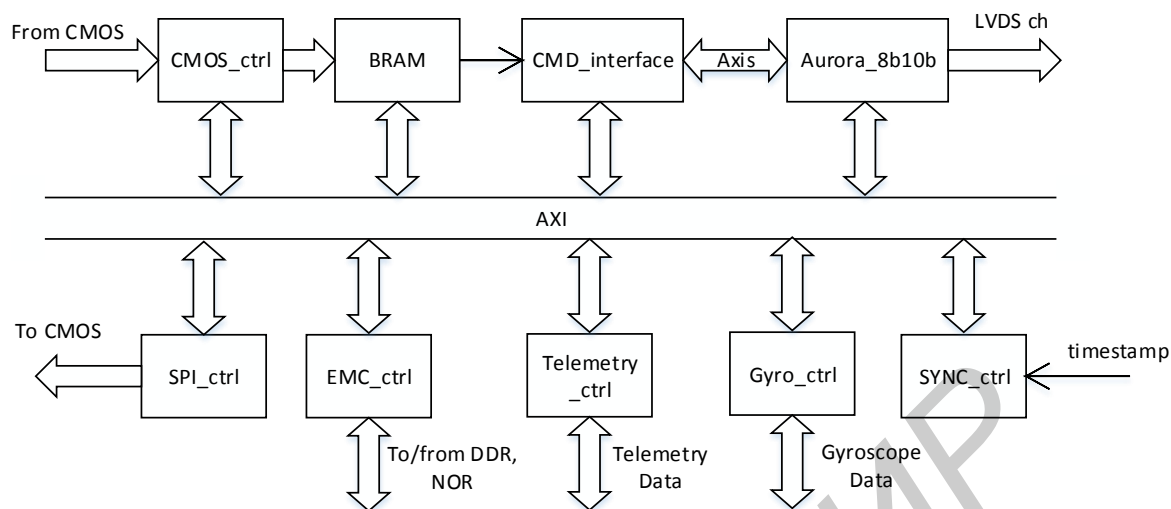
На плате питания и интерфейсов расположен источник вторичного питания, который преобразует первичное бортовое питание +28 В во внутреннее питание узлов ДЗ +5 В. На плате находятся элементы гальванической развязки интерфейса синхронизации (ИС), по которому передается метка времени. В состав ПП входит контроллер мультиплексного канала информационного обмена (МКО) для связи ДЗ с шиной по стандарту MIL-STD-1553. Для определения параметров ориентации и угловой скорости КА на ПП установлены 3 гироскопа.

В состав платы центрального процессора (ПЦП) входят, реализованные на программируемой логической интегральной схеме (ПЛИС) контроллеры управления периферией.

Для хранения рабочих конфигураций и буферирования данных на ПЦП устанавливаются NOR-, NAND- и DDR-память. Схема формирования питания для ПЛИС и памяти из вторичного напряжения питания 5 В вырабатывает требуемые уровни напряжения для питания микросхем.

На плата фокальной плоскости расположен фотоприемник со схемой обработки видеотракта, схема телеметрии, обеспечивающая контроль токопотребления и передающая информацию на ПЛИС; схема формирования питания фотоприемника для выработки требуемых уровней напряжения.

На рисунке 4 приводится структурная схема разработанной в Vivado Design Suite конфигурации ПЛИС фирмы-производителя Xilinx.



**Рисунок 4 – Структурная схема конфигурации ПЛИС**

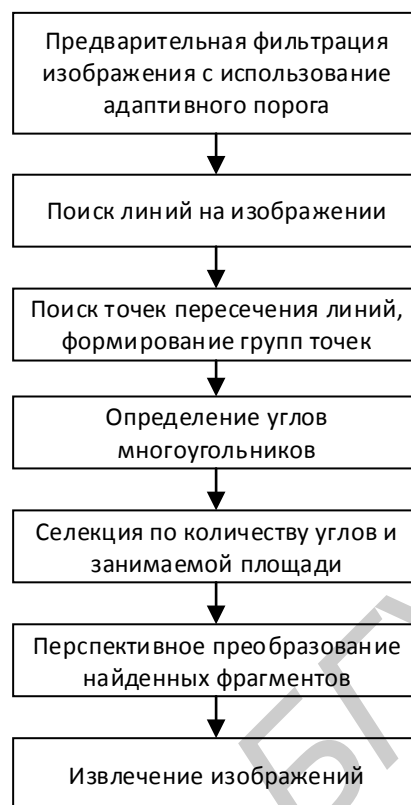
В работе были рассмотрены три существующих метода распознавания объектов на изображении: контурный анализ, поиск шаблона (более известный, как *template matching*) и сопоставление по ключевым точкам (*feature detection, description & matching*) и произведен их сравнительный анализ.

Для поиска промышленных зданий на спутниковом снимке наиболее подходящим является метод контурного анализа в силу следующих причин:

- здания на снимке имеют определенную форму (практически все искомые объекты имеют прямоугольную форму);
- габариты промышленным зданий в среднем превосходят жилые постройки, данное свойство можно использовать в качестве критерия отсева невалидных объектов;
- спутниковые снимки имеют невысокую контрастность на большом увеличении и искаженную палитру цветов, что затрудняет применение методов поиска шаблона и ключевых точек;
- наличие различных углов обзора, поворотов картинки и физических помех затрудняет детектирование по методу поиска шаблона;
- искомые объекты не имеют точно заданного шаблона для поиска.

Структурная схема алгоритма приведена на рисунке 5.





**Рисунок 5 – Блок-схема алгоритма выделения контуров прямоугольной формы**

После проверки на тестовых данных был сделан вывод, что алгоритм контурного анализа способен обнаруживать промышленные здания при условии наличия хороших контрастных контуров объектов, причем данный алгоритм доказал свою инвариантность к повороту изображения. Ошибки же детектирования в основном связаны с нечеткостью боковых границ объекта (он практически полностью сливается с окружающей его площадкой) и, как следствие, с незамкнутым контуром. Ввиду сказанного выше, для увеличения достоверности получаемых результатов предложенный алгоритм рекомендуется применять совместно с другими методами детектирования (сравнения с шаблоном или поиска ключевых точек).

## Заключение

Целью магистерской диссертации была разработка алгоритма съемки видеоданных с КМОП-матрицы и их дальнейшая обработка для решения задачи обнаружения объектов. В качестве объектов обнаружения были выбраны промышленные здания на спутниковых снимках поверхности земли.

В ходе написания магистерской диссертации была разработана структурная схема блока электроники аппарата дистанционного зондирования, а также структурная схема конфигурации ПЛИС.

Алгоритм распознавания промышленных зданий включает следующие этапы: нормализация изображения, визуализация и комплексный анализ данных, построение схемы распознавания; выделение признаков и классификация изображения. Вследствие того, что в качестве объекта распознавания выступает только один класс – промышленные здания, которые обладают определенной геометрической формой и размерами, – классификатор был заменен обычным пороговым устройством.

В качестве алгоритма детектирования был использован контурный анализ. Проверка алгоритма проводилась на тестовых спутниковых снимках города Минска, в результате чего было выяснено, что алгоритм обладает инвариантностью к повороту изображений, однако качество распознавания в значительной степени зависит от контрастности изображения в целом и контуров детектируемых объектов в частности.

Ввиду сказанного выше, для увеличения достоверности получаемых результатов предложенный алгоритм рекомендуется применять совместно с другими методами детектирования (сравнения с шаблоном или поиска ключевых точек).