

**ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю.Е. Седакова»**

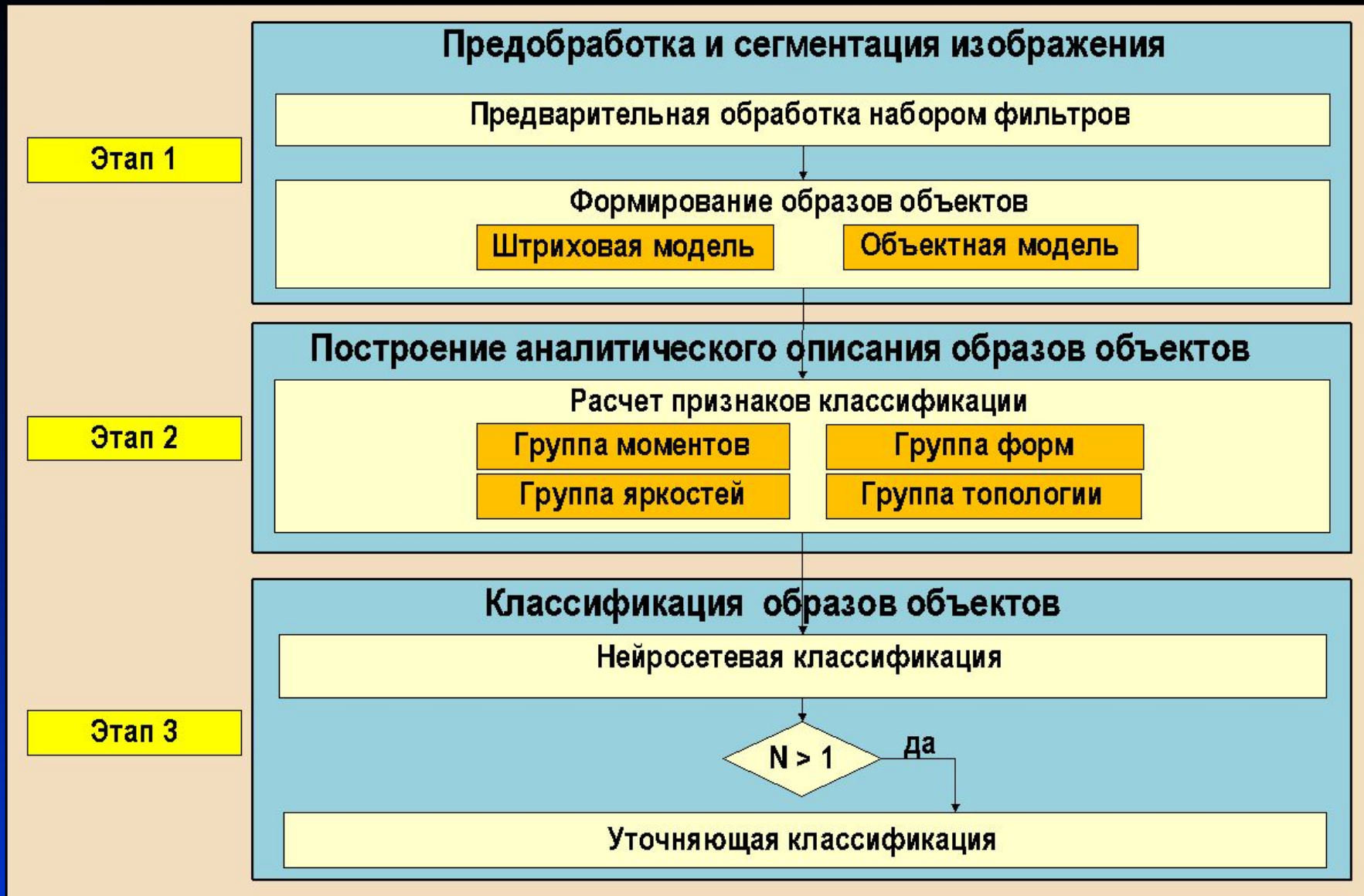
**Система распознавания  
объектов, обеспечивающая  
работу бортовой системы  
технического зрения в  
реальном времени**

**Н.И. Дмитриев, А.И. Ляпин, Е.Ю. Суворов, А.А. Хрусталев**

# **СРО предназначена**

**для автоматического обнаружения и  
распознавания объектов и определения  
углового направления на объекты поиска в  
реальном времени**

# Метод обработки изображений и идентификации объектов



# Предобработка изображений набором фильтров

## Задачи:

- улучшение качества изображения,
- повышение контраста объект поиска – фон,
- подавление шумов.

## Пример набора фильтров:

- восстанавливающий фильтр;
- фильтр, выравнивающий освещение;
- медианный фильтр.

# Результаты работы алгоритма сегментации однородных областей



а) Сезон – зима



б) Сезон – весна



в) Сезон – лето



# Набор признаков классификации

Полный набор признаков классификации  
 $K_1, K_2, \dots, K_{17}$

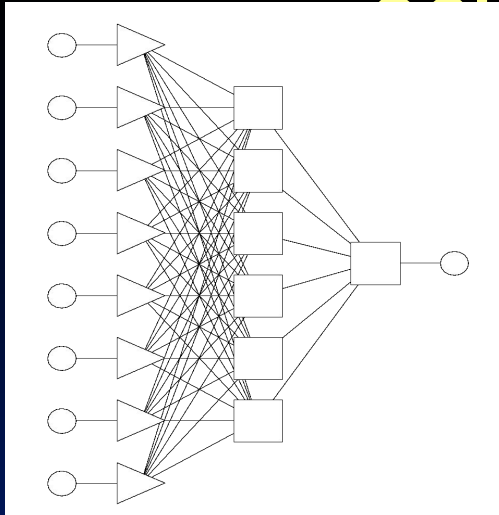
Группа моментов  
 $K_1, \dots, K_7$

Группа форм  
 $K_8, \dots, K_{12}$

Группа яркостей  
 $K_{13}, K_{14}$

Группа топологии  
 $K_{15}, \dots, K_{17}$

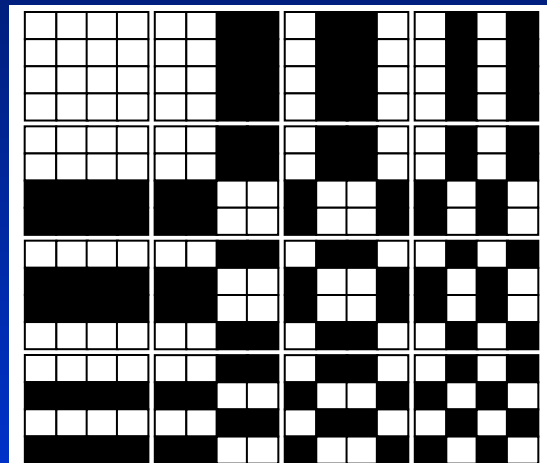
# Двухуровневый метод классификации



ОСНОВНОЙ ЭТАП КЛАССИФИКАЦИИ

просетевое обнаружение  
м персептроном,  
ленным методом обратного  
ранения ошибки

ПОДЭТАП УТОЧНЯЮЩЕЙ КЛАССИФИКАЦИИ  
Преобразования Уолша-Адамара



$$r^* = \min_{j=1, \dots, k} \left\{ \sqrt{\sum_{i=1}^n (g_{ji} - g_i^{эм})^2} \right\}$$

$g_i$  –  $i$ -й элемент вектора признаков  
 $k_i$  – количество целеподобных образов,  
 $n$  – количество используемых масок  
базисных функций Уолша-Адамара.

**Результат работы СРО – определение углового направления на цель в реальном времени, которое осуществляется путем:**

- 1) обнаружения объекта поиска;**
- 2) определения местоположения (координат) пиксела на цифровом изображении наблюдаемой сцены, соответствующего центру тяжести обнаруженного объекта поиска;**
- 3) определения углового направления на цель путем пересчета в угловые размеры местоположения пиксела, соответствующего центру тяжести обнаруженного объекта поиска.**



# **Основные достоинства системы распознавания объектов (СРО) для бортовой системы технического зрения:**

- устойчивость к яркостно-геометрической изменчивости наблюдаемых объектов и сцен, обеспечивающая работу в любое время суток, всепогодность и всесезонность;**
- быстроедействие, обеспечивающее работу в реальном времени;**
- возможностью комплексирования информации, полученной в разных диапазонах длин волн.**

# Функциональная схема макета СРО

Система получения цифровых изображений

Система распознавания образов

Устройство предварительной обработки

Процессор Л11879ВМ1

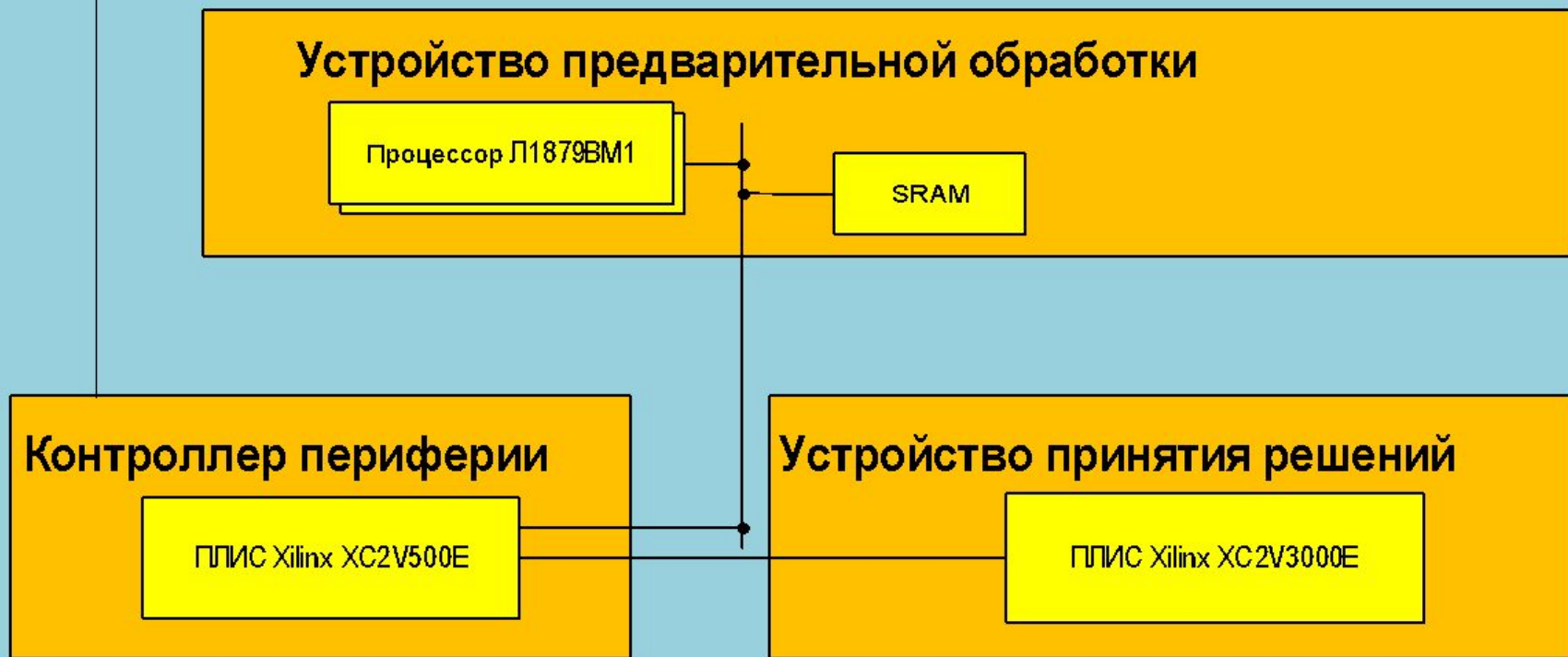
SRAM

Контроллер периферии

ПЛИС Xilinx XC2V500E

Устройство принятия решений

ПЛИС Xilinx XC2V3000E



# Основные результаты тестирования макета СРО

## Примеры тестовых изображений



### Без уточняющей классификации:

искомый объект обнаружен в 80% случаев,  
пропуск искомого объекта в 5% случаев,  
ложный захват в 15% случаев.

### При использовании уточняющей классификации:

искомый объект обнаружен в ~95% случаев.

# Основные технические характеристики макета СРО:

- полное время обработки (для формата 128×64) ~0,3 сек;
- потребляемая мощность 10 Вт;
- масса 150 г;
- объем 0,1 дм<sup>3</sup>.

## Разработанный макет СРО имеет следующие достоинства:

- высокая вероятность правильного обнаружения и распознавания объекта поиска;
- работа в реальном времени;
- малые массогабаритные характеристики, обеспечивающие возможность использования в бортовых системах.