

# «О распознавании образов в искусственном интеллекте»

*Автор:*

аспирант МИРЭА Степанов Д.Ю.

*Руководитель:*

в.н.с. ВЦ РАН, доцент МИРЭА Ланге М.М.

Москва - 2009

Материалы 3-й Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых  
«Искусственный интеллект: философия, методология, инновации», г.Москва, 11-13 ноября  
2009 / Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики.  
– М.: МИРЭА, 2009. с.382-385

# Оглавление

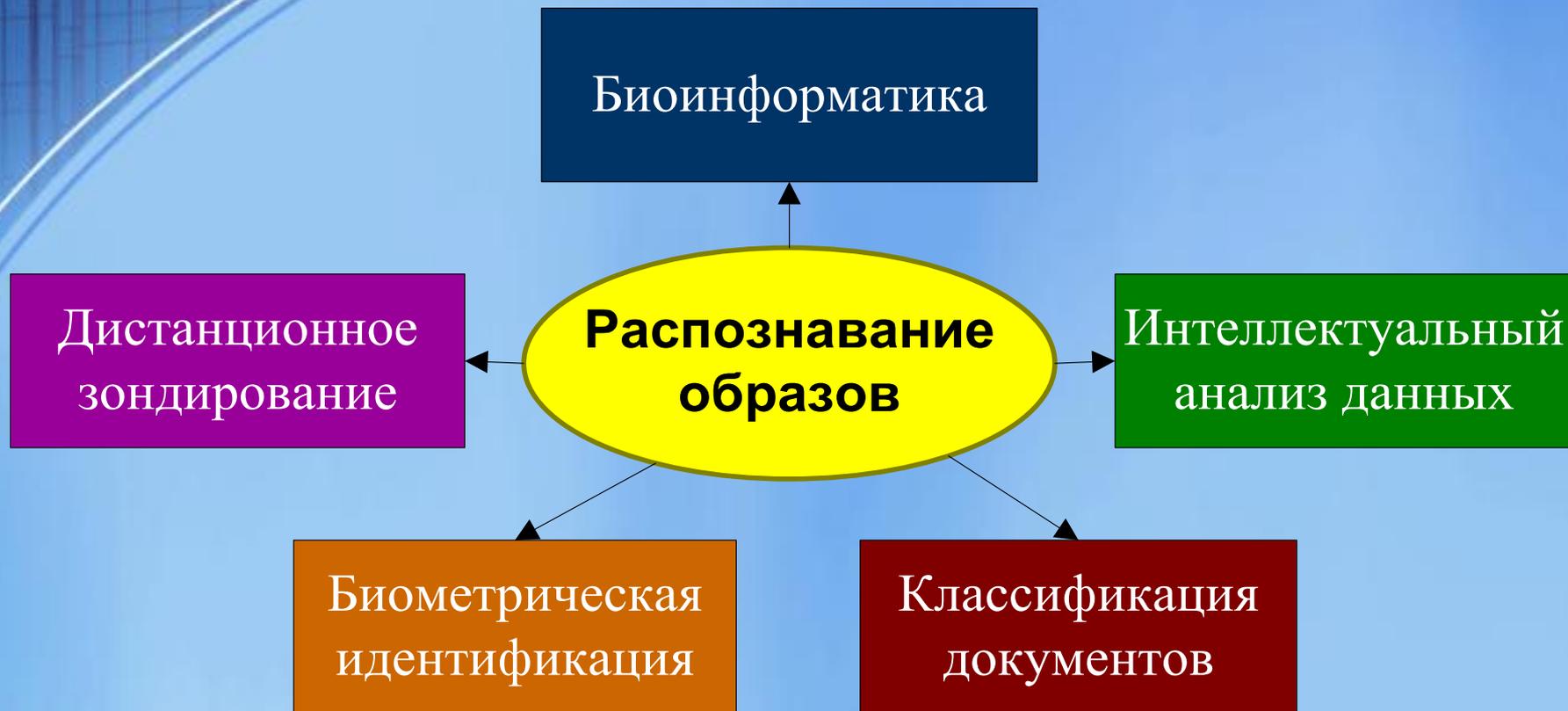
1. Введение
2. Постановка задачи
3. Исходные данные
4. Основные этапы решения
  - 4.1 Предобработка
  - 4.2 Представление
  - 4.3 Классификация
5. Результаты классификации
6. Перспективы
7. Выводы
8. Литература

# **1. Введение**

# Направления искусственного интеллекта



# Область применения распознавания образов



# Биометрическая идентификация



Подпись



Отпечаток пальца



Сетчатка глаза



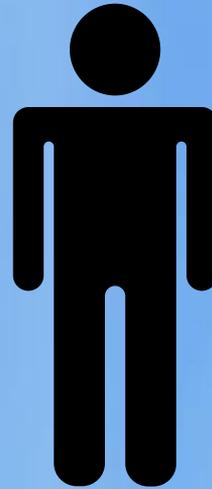
Изображение лица



Жест

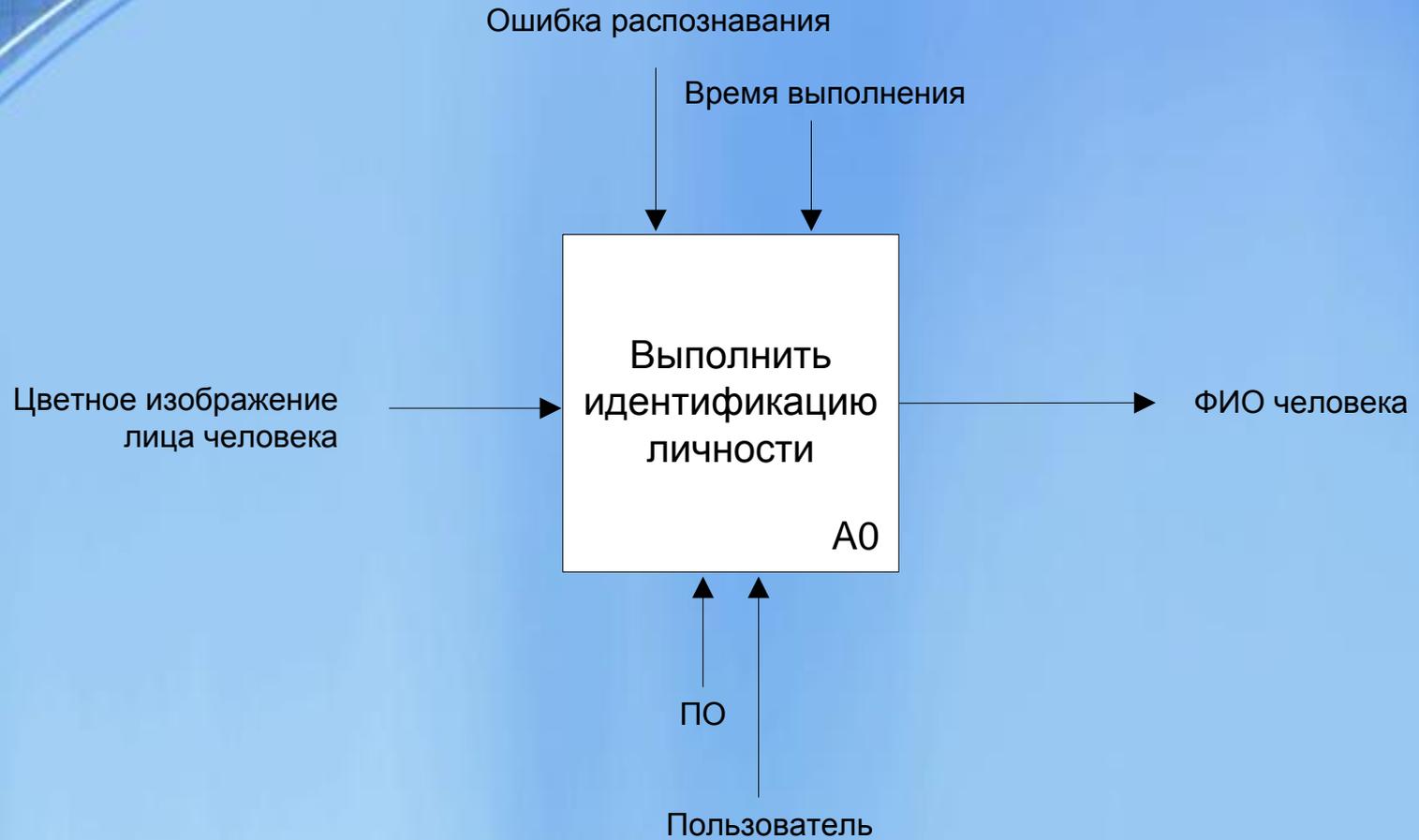


Речевой сигнал



## **2. Постановка задачи**

# Постановка задачи



# **3. Исходные данные**

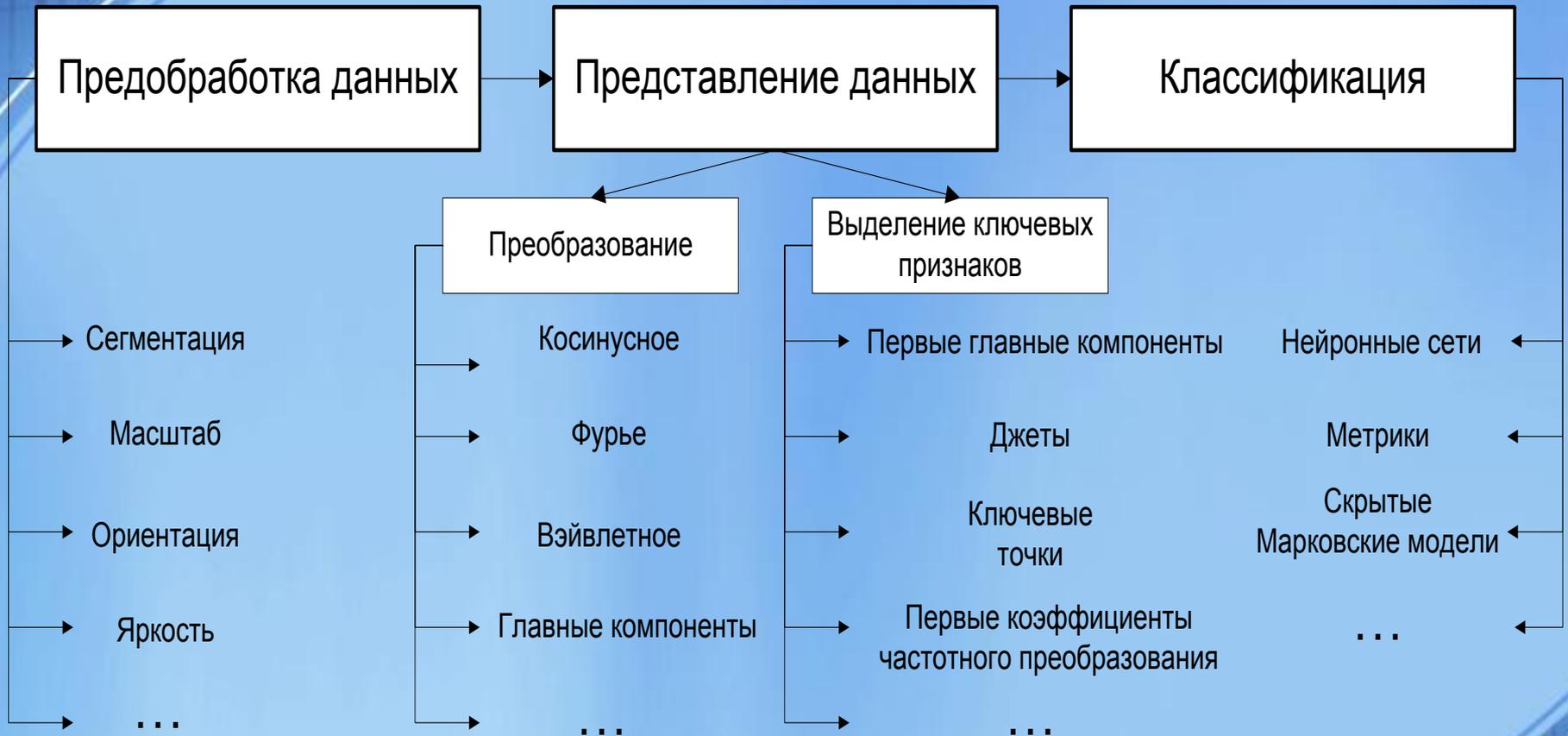
# Исходные данные



Число классов  $K = 10$ , число объектов в классе  $m = 60$

# **4. Основные этапы решения**

# Этапы распознавании образов



# **4.1 Предобработка**

# Выделение объекта интереса

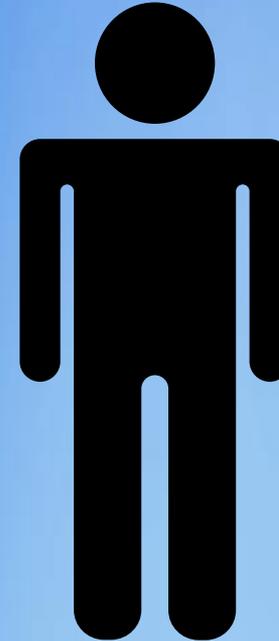


## **4.2 Представление**

# Одноканальные данные



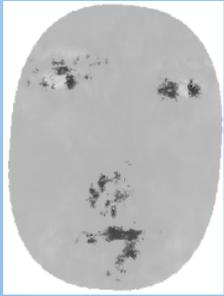
Изображение лица,  
канал I



---

**Одноканальный  
объект лица**

# Многоканальные данные



Изображение лица,  
канал H



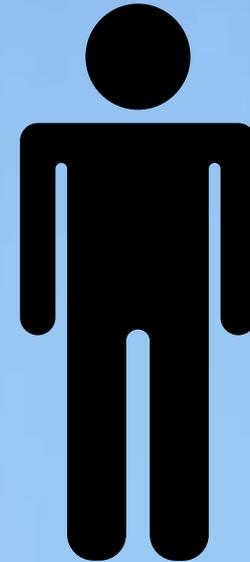
Изображение лица,  
канал S



Изображение лица,  
канал I

---

**Многоканальный  
объект лица**



# Структурное представление данных



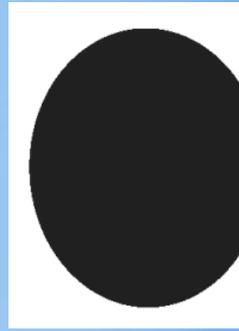
---

Дополнительные каналы

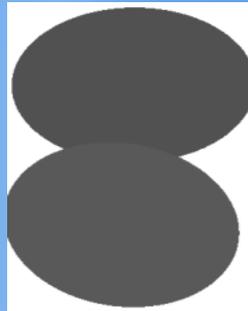
# Эллиптическая аппроксимация одноканальных объектов лиц



*Лицо, канал I*



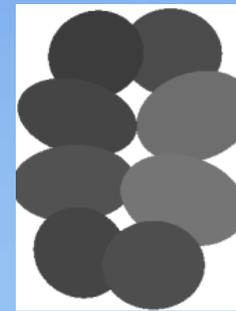
$l=0$



$l=1$



$l=2$



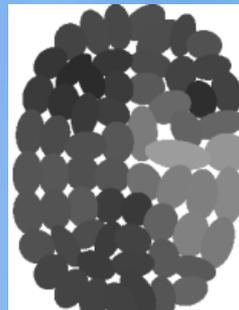
$l=3$



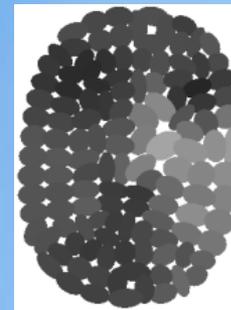
$l=4$



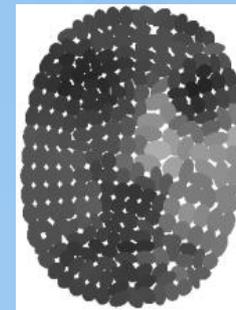
$l=5$



$l=6$

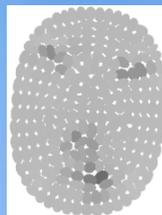
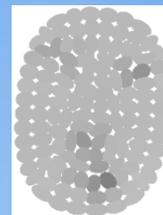
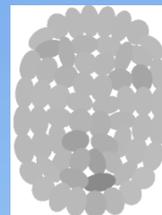
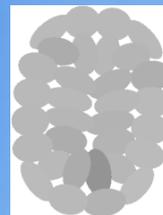
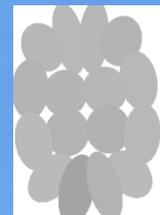
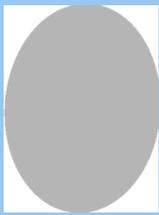
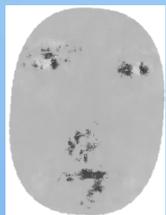


$l=7$



$l=8$

# Эллиптическая аппроксимация многоканальных объектов лиц



Лицо, канал  $H$

$l=0$

$l=1$

$l=2$

$l=3$

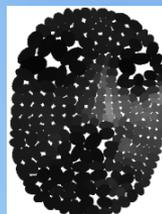
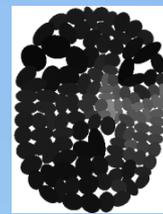
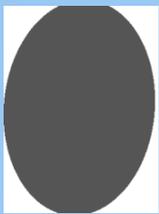
$l=4$

$l=5$

$l=6$

$l=7$

$l=8$



Лицо, канал  $S$

$l=0$

$l=1$

$l=2$

$l=3$

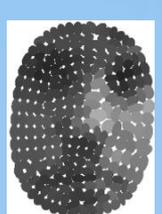
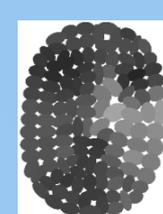
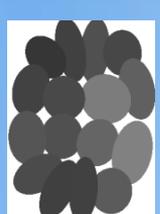
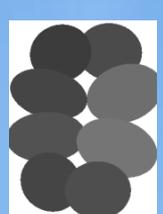
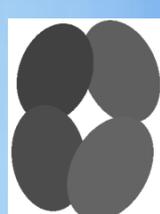
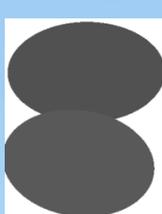
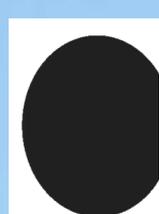
$l=4$

$l=5$

$l=6$

$l=7$

$l=8$



Лицо, канал  $I$

$l=0$

$l=1$

$l=2$

$l=3$

$l=4$

$l=5$

$l=6$

$l=7$

$l=8$

## **4.3 Классификация**

# Мера различия

Многослойное представление (стопка деревьев) :

$$A^N = (A_1, A_2, \dots, A_k, A_N),$$

$N$  – число слоев,  $A_k = \{a_n^k, 0 \leq n \leq n_{\max}^k\}$  - множество примитивов (вершин) в дереве  $k$  – го слоя,  $n$  – номер примитива в дереве.

Пара представлений:  $A^N = (A_1, A_2, \dots, A_k, A_N), \hat{A}^N = (\hat{A}_1, \hat{A}_2, \dots, \hat{A}_k, \hat{A}_N)$

Пересечение  $k$  – х слоев:  $A_k \cap \hat{A}_k = \{a_n^k, \hat{a}_n^k\}$

Мера различия  $k$  – х слоев: 
$$D(A_k, \hat{A}_k) = \frac{\sum_{A_k \cap \hat{A}_k} d(a_n^k, \hat{a}_n^k) [\log_2(n+1)] 2^{-[\log_2(n+1)]}}{\sum_{A_k \cap \hat{A}_k} [\log_2(n+1)] 2^{-[\log_2(n+1)]}}$$

где  $d(a_n^k, \hat{a}_n^k)$  - мера различия пары примитивов  $a_n^k \in A_k, \hat{a}_n^k \in \hat{A}_k$  .

Мера различия стопок деревьев  $A^N$  и  $\hat{A}^N$ :

$$D^N(A^N, \hat{A}^N) = \sum_{k=1}^N \alpha_k D(A_k, \hat{A}_k), \quad \sum_{k=1}^N \alpha_k = 1$$

# Оценка параметров меры различия

Обучающее множество представлений (стопок деревьев) с фиксированным числом объектов  $m + \hat{m}$  в каждом классе:

$$A^N = \{A_i^N = (A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{ik}, A_{iN})\}_{i=1}^m \quad \text{- подмножество предъявляемых объектов}$$

$$\hat{A}^N = \{\hat{A}_i^N = (\hat{A}_{i1}, \hat{A}_{i2}, \dots, \hat{A}_{ik}, \hat{A}_{iN})\}_{i=1}^{\hat{m}} \quad \text{- подмножество эталонных объектов}$$

Распределение ошибок классификации по слоям представлений

с использованием критерия ближайшего эталона по мерам  $D(A_{ik}, \hat{A}_{jk})$

$$k = 1, 2, \dots, N: \quad P_k = \frac{m_k}{\sum_{k=1}^N m_k}, \quad \text{где } m_k \text{ - число ошибочных решений по представлениям } k \text{ - го слоя.}$$

Оценка весовых коэффициентов меры различия:

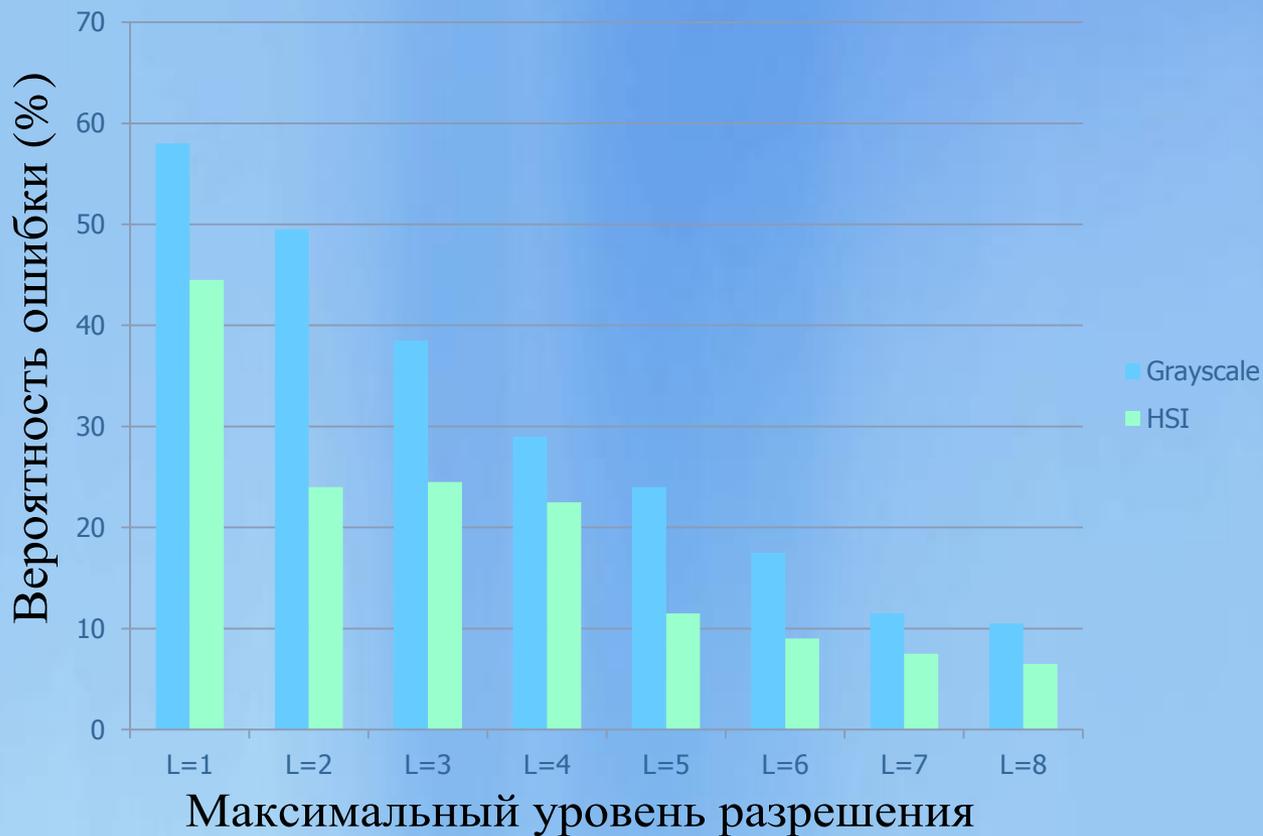
$$\alpha_k = \frac{\log_2 P_k}{\sum_{k=1}^N \log_2 P_k}, \quad k = 1, 2, \dots, N.$$

# **5. Результаты классификации**

# Классификация на этапе обучения



# Классификация контрольной выборки



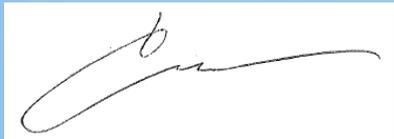
# 7. Перспективы

# Многоракурсные и многоканальные данные



Подпись, ракурс 1, канал I

...



Подпись, ракурс N, канал I

**Многоракурсный одноканальный объект подписи**



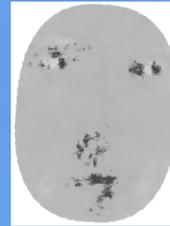
Отпечаток пальца, ракурс 1, канал I

...



Отпечаток пальца, ракурс N, канал I

**Многоракурсный одноканальный объект отпечатка пальцев**



Изображение лица, ракурс 1, канал H

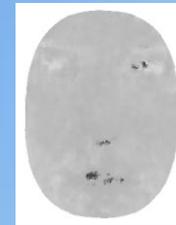


Изображение лица, ракурс 1, канал S



Изображение лица, ракурс 1, канал I

...



Изображение лица, ракурс N, канал H



Изображение лица, ракурс N, канал S



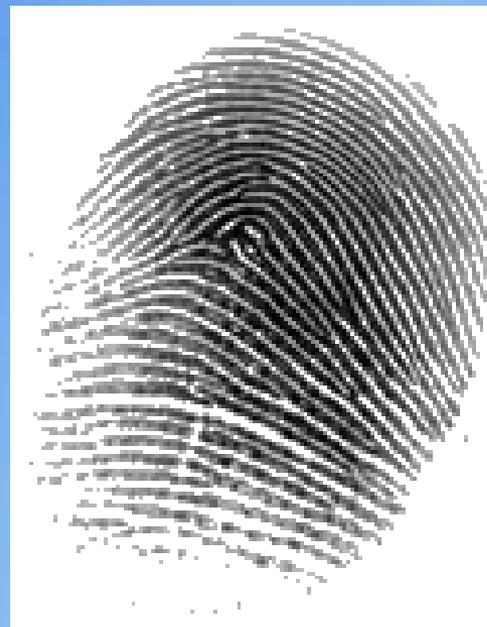
Изображение лица, ракурс N, канал I

**Многоракурсный многоканальный объект лица**

# Выделение объекта интереса на основе пороговой фильтрации

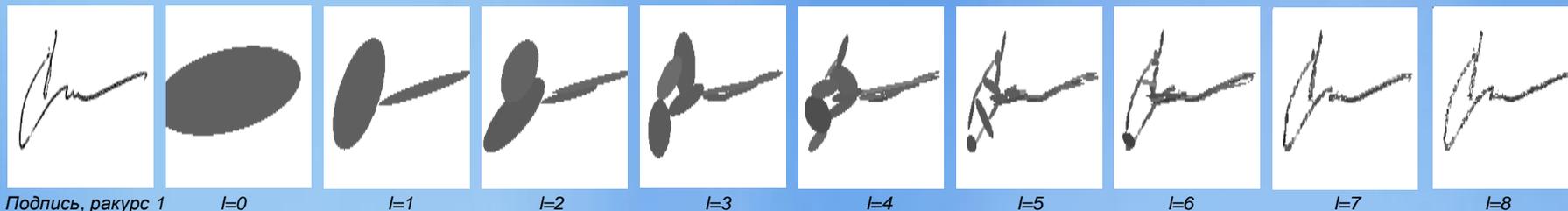


Исходное изображение

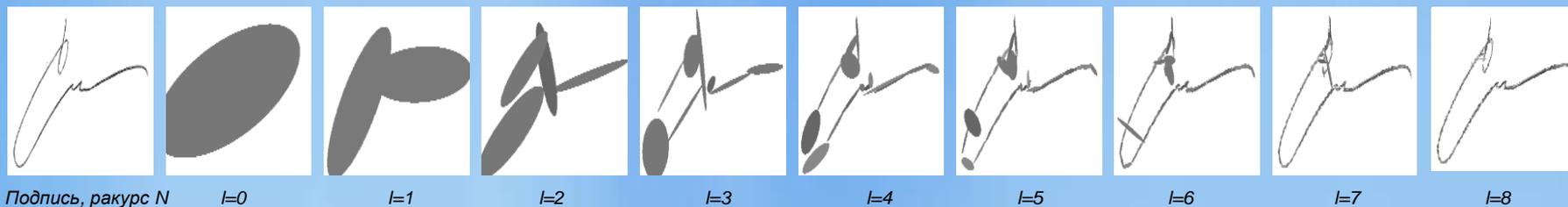


Объект интереса

# Эллиптическая аппроксимация многокурсных объектов подписей



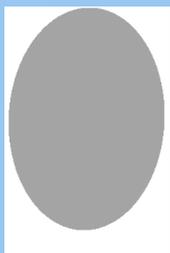
...



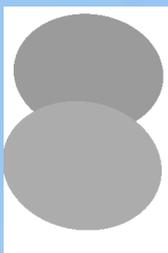
# Эллиптическая аппроксимация многокурсных объектов отпечатков пальцев



Отпечаток,  
ракурс 1



$l=0$



$l=1$



$l=2$



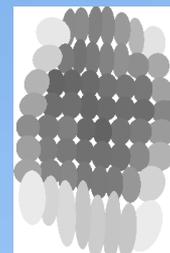
$l=3$



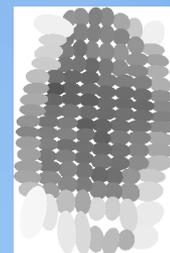
$l=4$



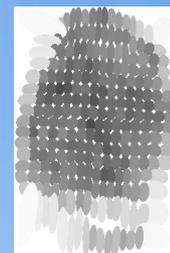
$l=5$



$l=6$



$l=7$

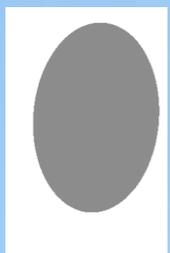


$l=8$

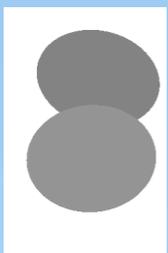
...



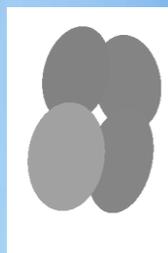
Отпечаток,  
ракурс N



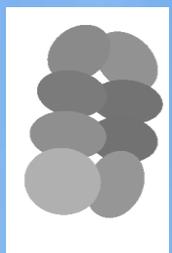
$l=0$



$l=1$



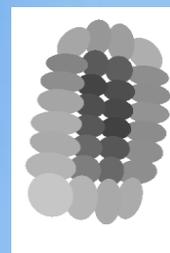
$l=2$



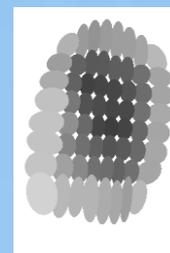
$l=3$



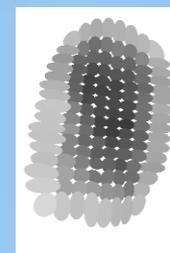
$l=4$



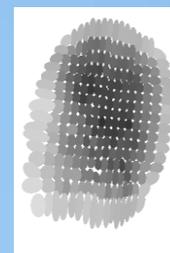
$l=5$



$l=6$



$l=7$



$l=8$

# **6. ВЫВОДЫ**

# Выводы по проделанной работе

- предложена процедура выделения информативной области лица человека;
- выполнена модификация метода древовидных представлений для работы с многоканальными изображения в цветовой палитре HSI;
- разработана мера различия стопок деревьев многоканальных объектов;
- оценены параметры меры различия;
- показана эффективность использования многоканальных древовидных представлений для распознавания лиц по цветным изображениям.

# 8. Литература

# Литература

1. Хант Э. Искусственный интеллект / Под ред. В.Л. Стефанюка. – М.: Мир, 1978. - 558 с.
2. Jain A.K. Statistical pattern recognition: a review // IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence, 2000 – Vol.22.
3. Степанов Д.Ю. Предобработка и представление данных для решения задачи распознавания лиц // 58 НТК МИРЭА: Сб. трудов – М.: МИРЭА, 2009. с. 116-121.
4. Ланге М.М., Степанов Д.Ю. Многослойное древовидное представление объектов многоканальных изображений // 14-я Всероссийская конференция «Математические методы распознавания образов»: Сб. трудов – М.: Макс Пресс, 2009. с. 376-378.
5. Степанов Д.Ю. Выделение контура лица для решения задачи распознавания лиц / М.: Свидетельство регистрации разработки №50200900489 от 02.06.2009.
6. Ганебных С.Н., Ланге М.М. Древовидное представление образов для распознавания полутонных объектов, М.: ВЦ РАН, 2007. – 30 с.

**Спасибо за внимание!**