

# ОБРАБОТКА И РАСПОЗНАВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Леонид Моисеевич Местецкий  
профессор

кафедра математических методов  
прогнозирования ВМК МГУ  
кафедра интеллектуальных систем МФТИ

*Лекции – 28 часов + 2 лабораторные  
работы  
+ экзамен*

# Цель курса

Изучение математических методов распознавания образов, используемых для анализа и классификации изображений в системах компьютерного зрения.

# Литература

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений.: Пер. с англ. – М.: Техносфера, 2006. – 1070 с. (3-е издание – 2012 – 1104 с.)
2. Шапиро Л., Стокман Дж. Компьютерное зрение.: Пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 752 с. (3-е издание – 2015 – 763 с.)
4. Местецкий Л.М. Непрерывная морфология бинарных изображений: формы, скелеты, циркуляры. М., Физматлит, 2009.

# Предварительные знания

Курсы:

«Математические методы распознавания образов»

«Компьютерная графика»

# Расписание

- Лекция в понедельник в 16.20 – 15 пар  
Февраль – 7, 14, 21, 28  
Март – 7, 14, 21, 28  
Апрель – 4, 11, 18, 25  
Май – 2, 9, 16
- Лабораторные работы – 2  
март, апрель
- Экзамен

# Темы

Введение

Точечные процессы

Пространственные процессы

Алгебраические процессы

Морфологическая обработка

Преобразование Карунена-Лоева

Преобразование Фурье

Вейвлет-преобразование

Границы формы

Скелет формы

Нейронные сети

# Распознавание образов

Распознавание образов – это научная дисциплина, целью которой является классификация объектов по нескольким категориям или классам.

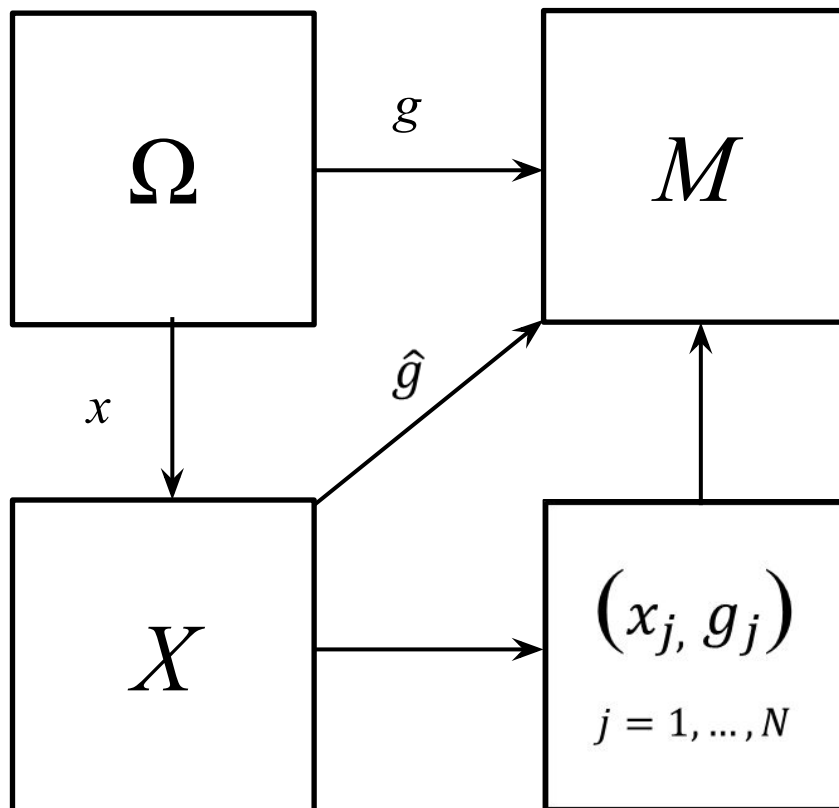
Объекты называются образами.

# Классификация основывается на прецедентах

- Прецедент – это образ, правильная классификация которого известна.
- Идея принятия решений на основе прецедентности – основополагающая в естественно-научном мировоззрении.



# Распознавание – Задача классификации по прецедентам



$x_j = x(\omega_j), j=1,2,\dots,N$  –  
доступная наблюдателю  
информация (вектора  
признаков).

$(x_j, g_j), j=1,2,\dots,N$  – есть  
множество прецедентов

# Пространство образов

$\Omega$  – множество объектов (пространство образов)

$\omega$  :  $\omega \in \Omega$  – объект (образ)

$g(\omega) : \Omega \rightarrow M, M = \{1, 2, \dots, m\}$  – индикаторная функция, разбивающая пространство образов  $\Omega$  на  $m$  непересекающихся классов  $\Omega^1, \Omega^2, \dots, \Omega^m$

Индикаторная функция  $g(\omega)$  неизвестна наблюдателю.

# Признаковое пространство

$X$  – пространство наблюдений, воспринимаемых наблюдателем (пространство признаков).

$x : \Omega \rightarrow X$  – функция, ставящая в соответствие каждому объекту  $\omega$  точку  $x(\omega)$  в пространстве признаков.

Вектор  $x(\omega)$  – это образ объекта, воспринимаемый наблюдателем.

$R : X \rightarrow M$  – решающее правило – оценка  $R(x)$  для  $g(\omega)$  на основании  $x(\omega)$ , т.е.  $R(x) = R(x(\omega))$

# Цифровое изображение

Матрица из точек

Пиксель – **picture's element**

Каждая точка характеризуется яркостью и цветом.

1. Полутоновое – grayscale
2. Цветное – RGB (Red, Green, Blue)
3. Бинарное – monochrome
4. Дальностное – RGB-D (distance map)
5. Видео последовательность

# Науки о цифровых изображениях

1. Компьютерная графика (синтез)

*описание (текст) → изображение*

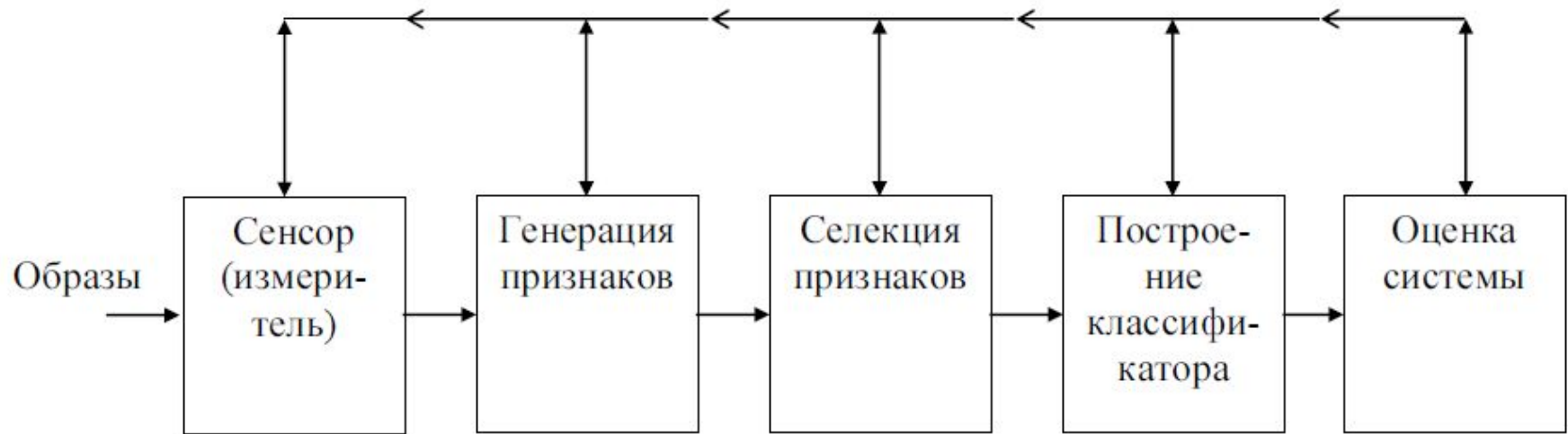
2. Обработка изображений (преобразование)

*изображение → изображение*

3. Распознавание изображений

*изображение → описание (текст)*

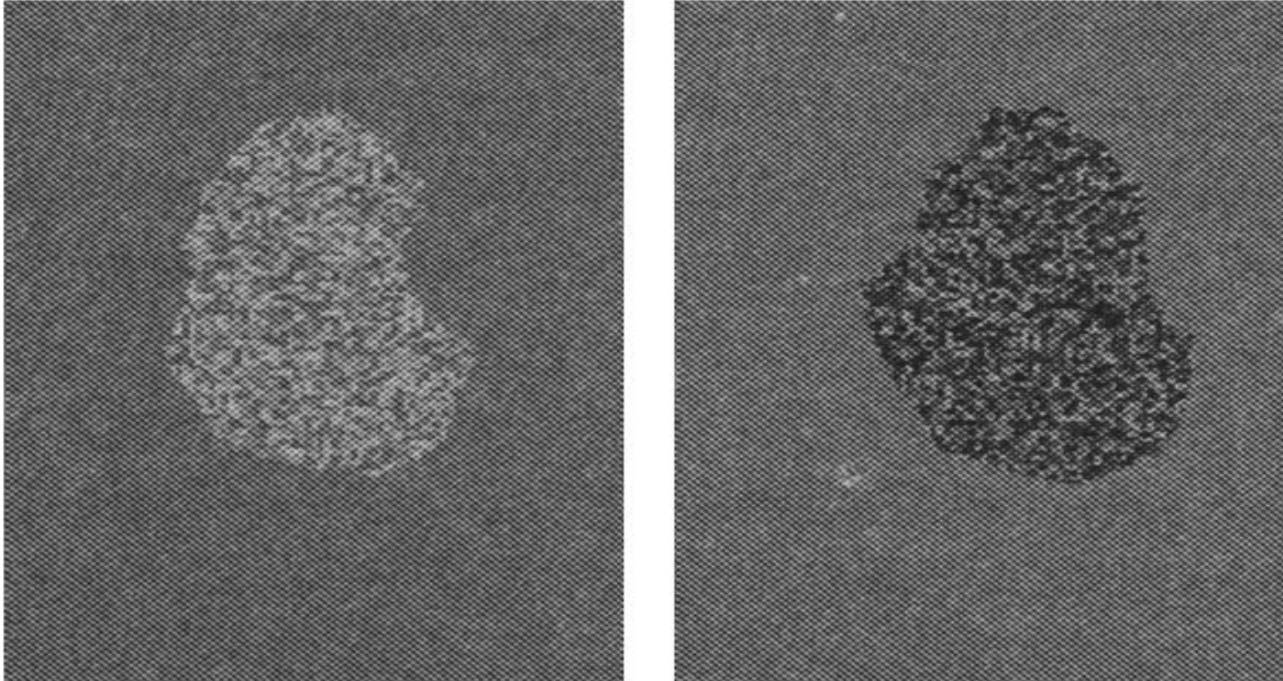
# Построение системы распознавания образов



# Особенности задачи распознавания изображений

1. Генерация признаков
2. Построение классификатора

# Пример: диагностика печени



Доброкачественные (левый рисунок – класс А) и злокачественные (правый рисунок – класс В) изменения дают разную картину.

Имеется несколько препаратов-прецедентов в базе данных, про которые известна их принадлежность к классам А и В (правильная классификация).

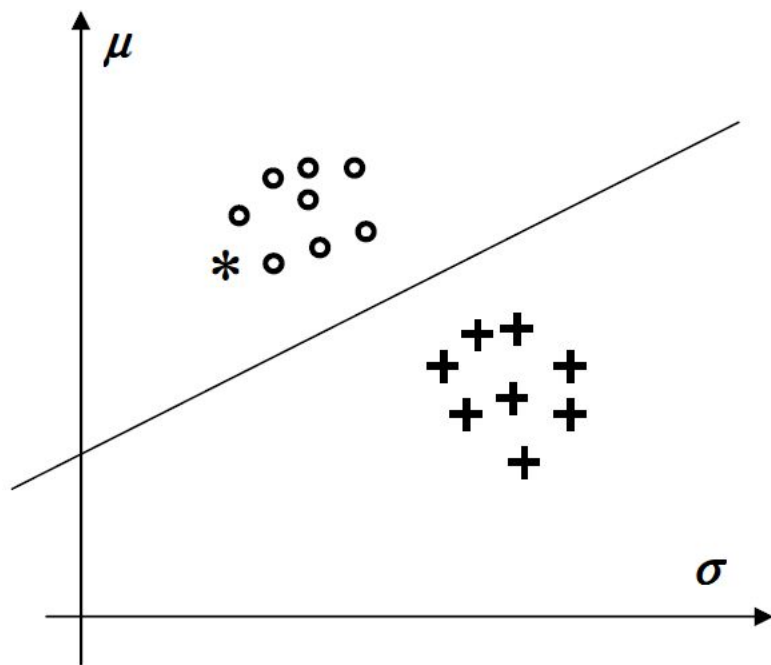


# Генерация признаков классификации

Очевидно, что образцы отличаются яркостью точек изображения. В качестве вектора признаков выберем пару параметров:

$\mu$  - среднее значение яркости,

$\sigma$  - среднеквадратичное отклонение яркости.



- Распределение векторов признаков ( $\sigma$ ,  $\mu$ ) прецедентов класса **A** (кружки) и класса **B** (крестики).
- Прямая линия разделяет вектора из разных классов.
- Звёздочкой обозначен пробный объект, который нужно классифицировать.

# Приложения

1) Машинное зрение. Это системы, назначение которых состоит в получении изображения через камеру и составление его описания в символьном виде (какие объекты присутствуют, в каком взаимном отношении находятся и т.д.).

2) Символьное распознавание – это распознавание букв или цифр.

- Optical Character Recognition (OCR);
- Ввод и хранение документов;
- Обработка чеков в банках;
- Обработка почты.

3) Диагностика в медицине.

- Маммография, рентгенография;
- Электрокардиограмма.

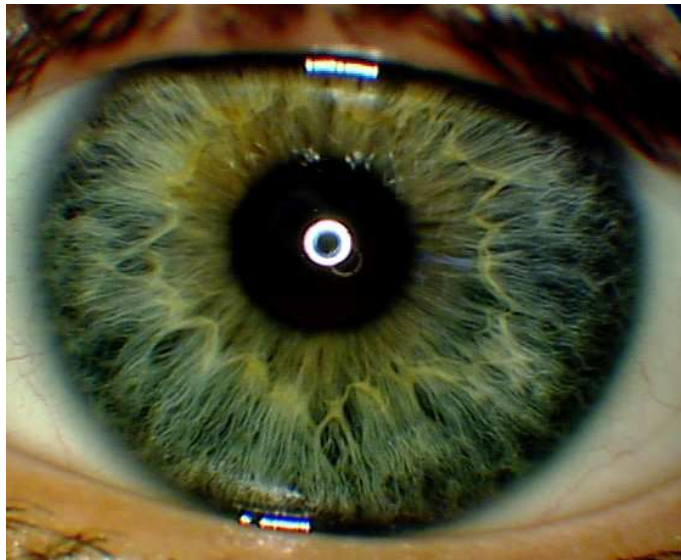
4) Геология.

5) Биометрическая идентификация.

# Способы биометрической идентификации



*Модель - не цель, а средство есть  
Натуру мыслью схватить,  
Её законы изжить  
И улучшенья произвести!*

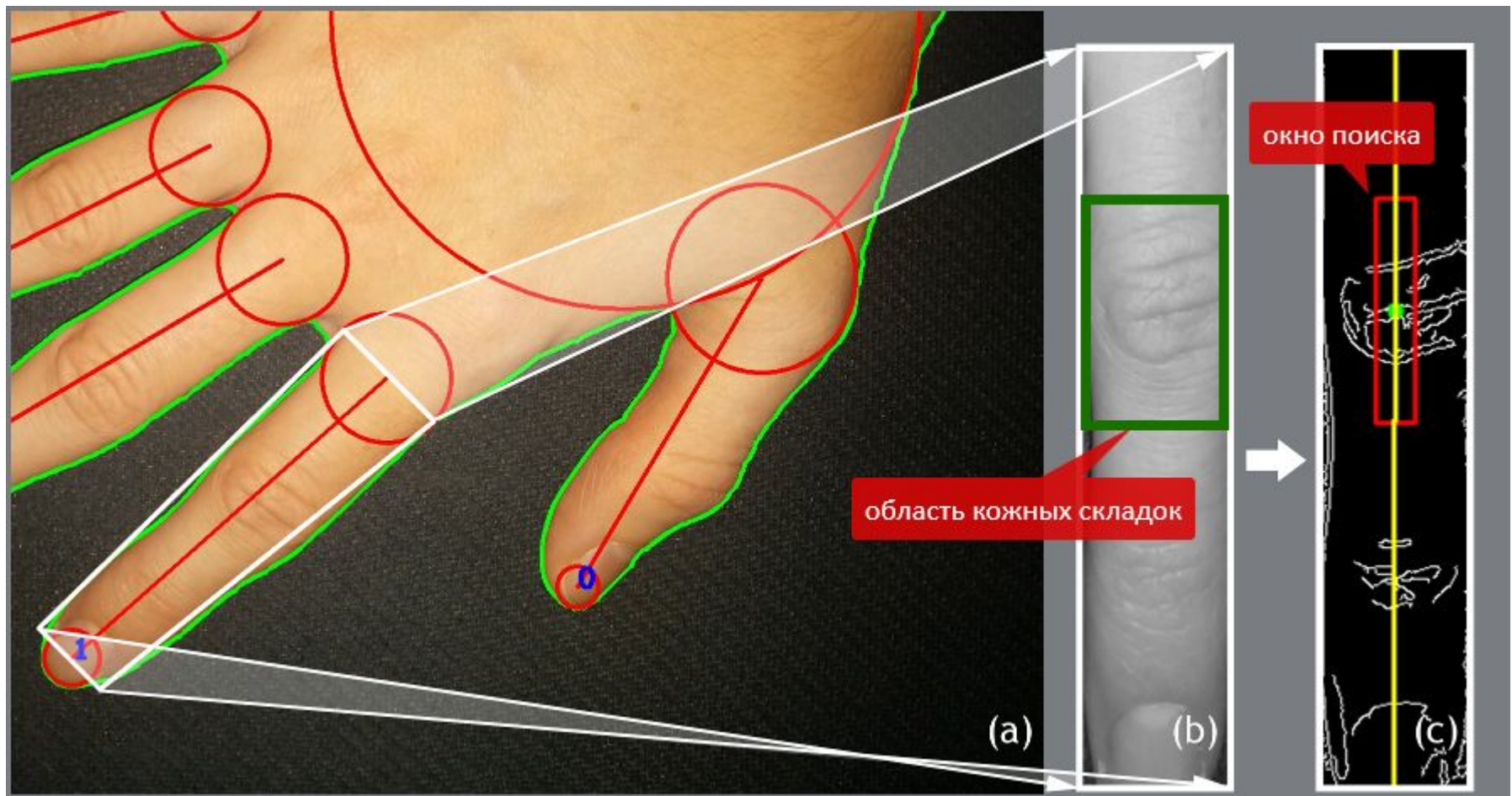


# Биометрическая идентификация по ладони



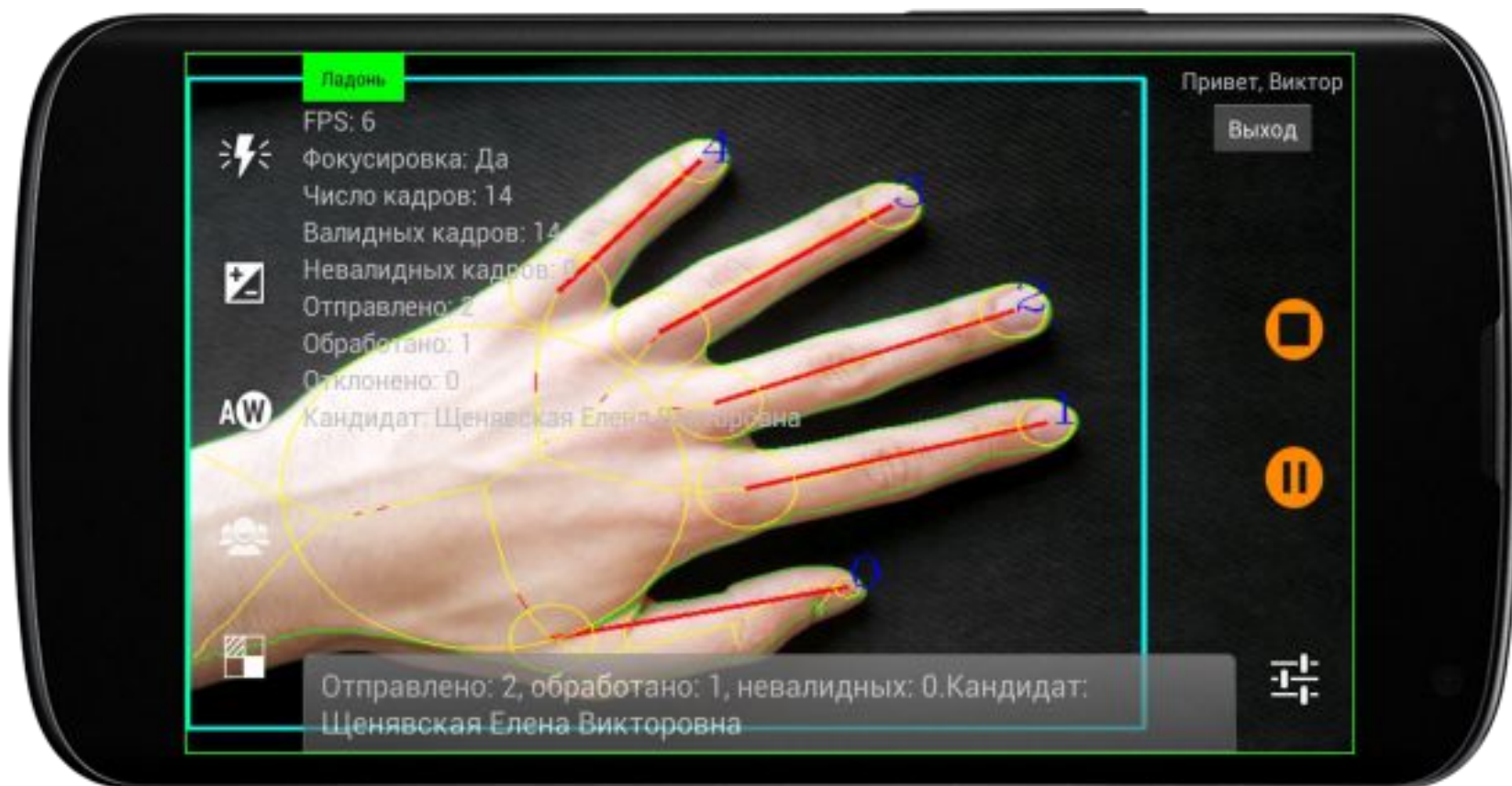


# Локализация области кожных складок пальца



После проведения семантической разметки происходит выделение (a) и нормализация (b) области пальца. После предобработки и применения фильтра Канни скользящим окном ищется область наибольшей контрастности (c).

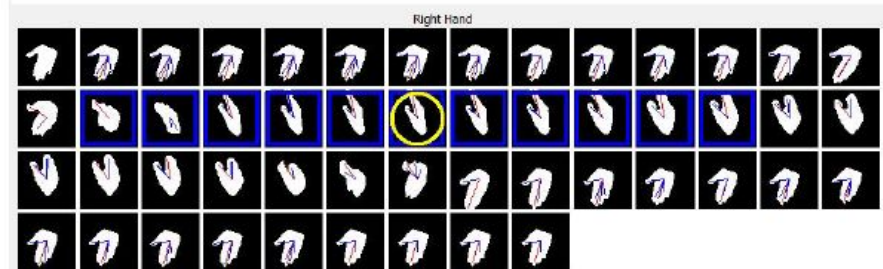
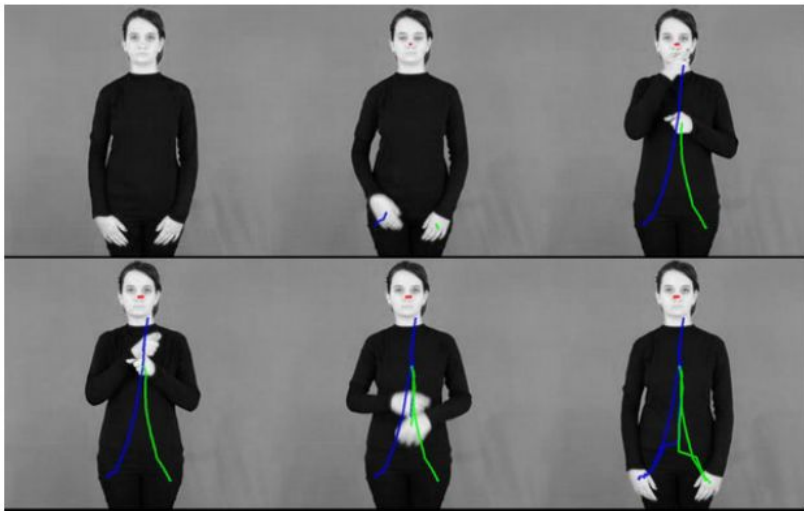
# Экран мобильного приложения во время сессии идентификации



# Распознавание жестов



# Определение траекторий и динамической формы ладоней





# Распознавание рукописных архивных документов

А друзья мои сказали:  
"Зоря много, счастья мало."  
И душа закрыла лицо.  
Потеряла и колбцо.  
И друзья мои сказали:  
"Мы колбцо всегда искали,  
На дороге, <sup>и</sup> в лесу,  
И месяц соня на луцке."  
И догнав меня в алии  
Тот же кто был другим ситиме  
Уговаривал меня  
Подозревать гитре дил.  
А совет <sup>и</sup> удивилась  
И на поити разсердилась  
Что жила его пачини  
И на что вы мои пачини  
Только любите ситиме  
Друга предг другом похвалитесь  
Да звитти сюда почить!  
Велик вельва уходит.

1  
Вешать, во время оно,  
В сказочной краю  
Пробирался конной  
Скелю по реке.  
Он стелил на селу,  
А в селке поим  
Мешкал лес на выстрелу  
Отражал вдали.  
Номо реке вое!

# Распознавание пола дрозофилы



Рис.1. Примеры фотографий дрозофил под микроскопом. Верхний ряд – самки, нижний ряд – самцы.