

# Разработка алгоритмов прогнозирования индивидуального поведения на основе визуального распознавания эмоций



Леонид Ивановский,  
аспирант

# Постановка задачи

- Разработка кроссплатформенной библиотеки для классификации эмоций человека по изображению лица



**Печаль**



**Отвращение**



**Счастье**



**Гнев**



**Удивление**



**Страх**

# Основные требования к алгоритму

- Работа в режиме реального времени
- Распознавание спонтанных выражений лица под разными углами обзора камеры
- Устойчивость алгоритма в зависимости от различной степени освещенности сцены, разрешения и пр.

# Области применимости

- Медицина

(клиническая психология, психиатрия, реабилитация)



- Безопасность

(борьба с преступностью и терроризмом)



- Видеоаналитика

(оценка работы персонала при общении с клиентом, оценка качества предоставленных услуг, оценка вовлеченности аудитории)



- Сбор статистики

(в масштабах ТЦ, города, в местах массового скопления людей, мониторинг эффективности маркетинговых и рекламных компаний)

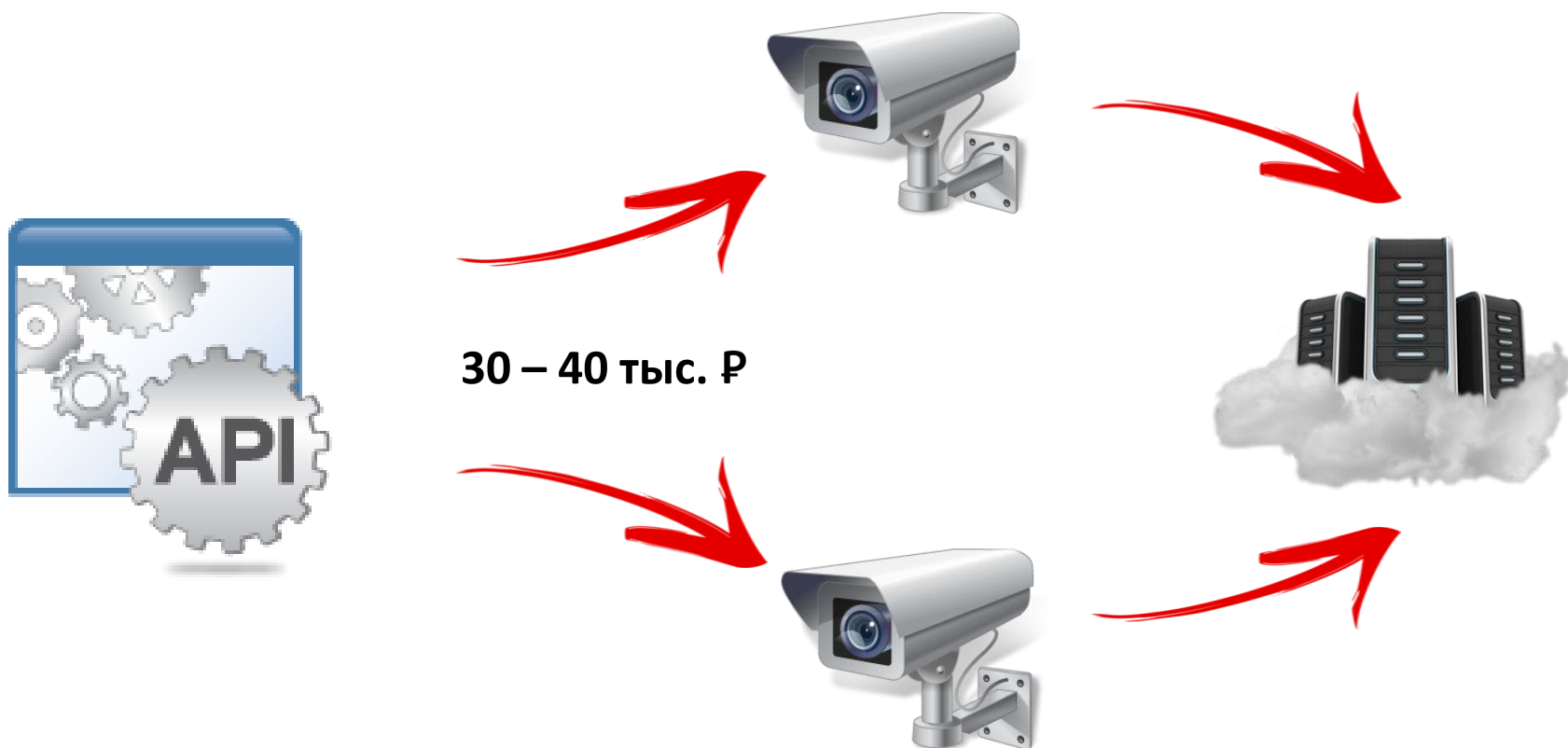


- Ритейл

(в сфере развлекательных услуг)



# Бизнес-логика



# Наша команда



**Ивановский Леонид**

аспирант / научный сотрудник  
ЯрГУ им. П.Г. Демидова / НЦЧ РАН

Разработчик ПО



**Сергей Моржов**

аспирант / инженер-программист  
ЯрГУ им. П.Г. Демидова / Малвин Системс

Разработчик ПО



**Хрящев Владимир Вячеславович**

доцент, кандидат технических наук / соучередитель  
ЯрГУ им. П.Г. Демидова / 27faces

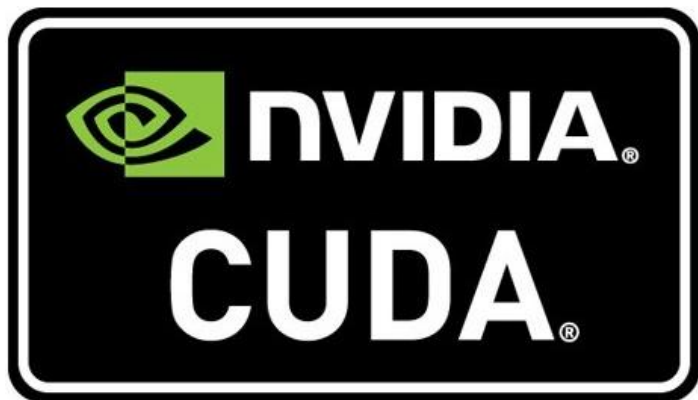
Консультант из области бизнеса,  
эксперт по нейросетевым технологиям

# Этапы распознавания эмоций

- Захват изображений лица из базы данных или потокового видео
- Предварительная обработка изображений (снижение помех, фильтрация, повышение четкости)
- Извлечение оптимального набора признаков
- Классификация

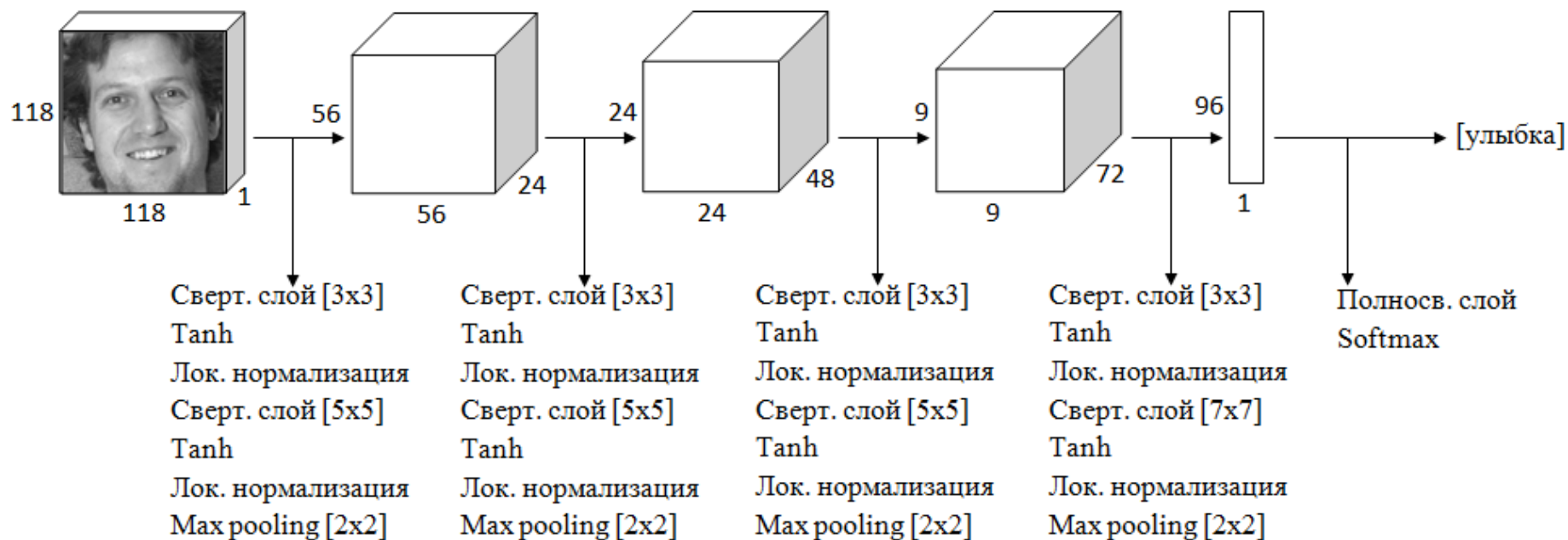
# Инструменты разработки

# Caffe





# Архитектура сверточной нейронной сети



# Обучение и тестирование алгоритма

Суперкомпьютер NVIDIA-DGX-1 с 8 ускорителями NVIDIA Tesla V100 Центра Искусственного Интеллекта и Цифровой Экономики ЯрГУ



- Обучение: ~45 мин
- Тестирование: ~9-10 мин.

---

**demid.ai**

---

# Обучение и тестирование алгоритма

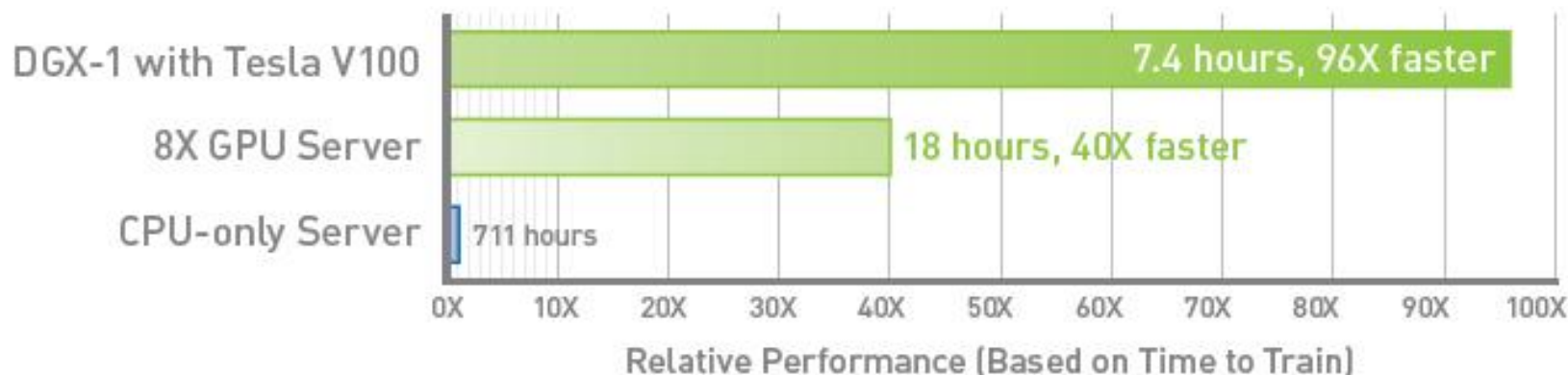


## Суперкомпьютер NVIDIA DGX-1

- 960 TFLOPS | 8x GPU Tesla V100
- Заменяет **400** традиционных серверов в задачах ИИ

Оценка производительности NVIDIA DGX-1 на классическом примере работы сети ResNet-50

## NVIDIA DGX-1 Delivers 96X Faster Training



# База изображений Multi-PIE

- ~750000 цветных картинок
- 337 различных людей
- различные углы обзора камеры (не более 90°)
- разный уровень освещения сцены



# Виды эмоций



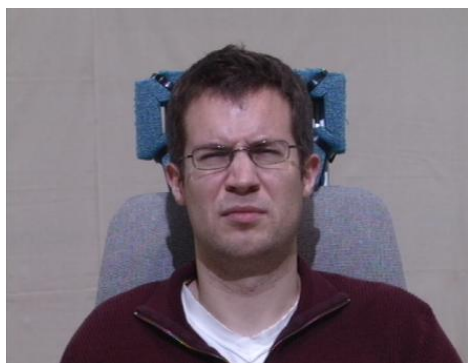
а) Спокойствие



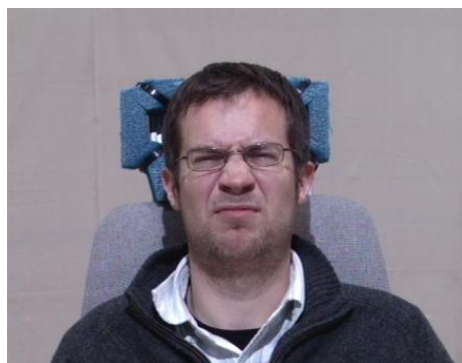
б) Улыбка



в) Удивление



г) Заинтересованность



д) Презрение



е) Крик

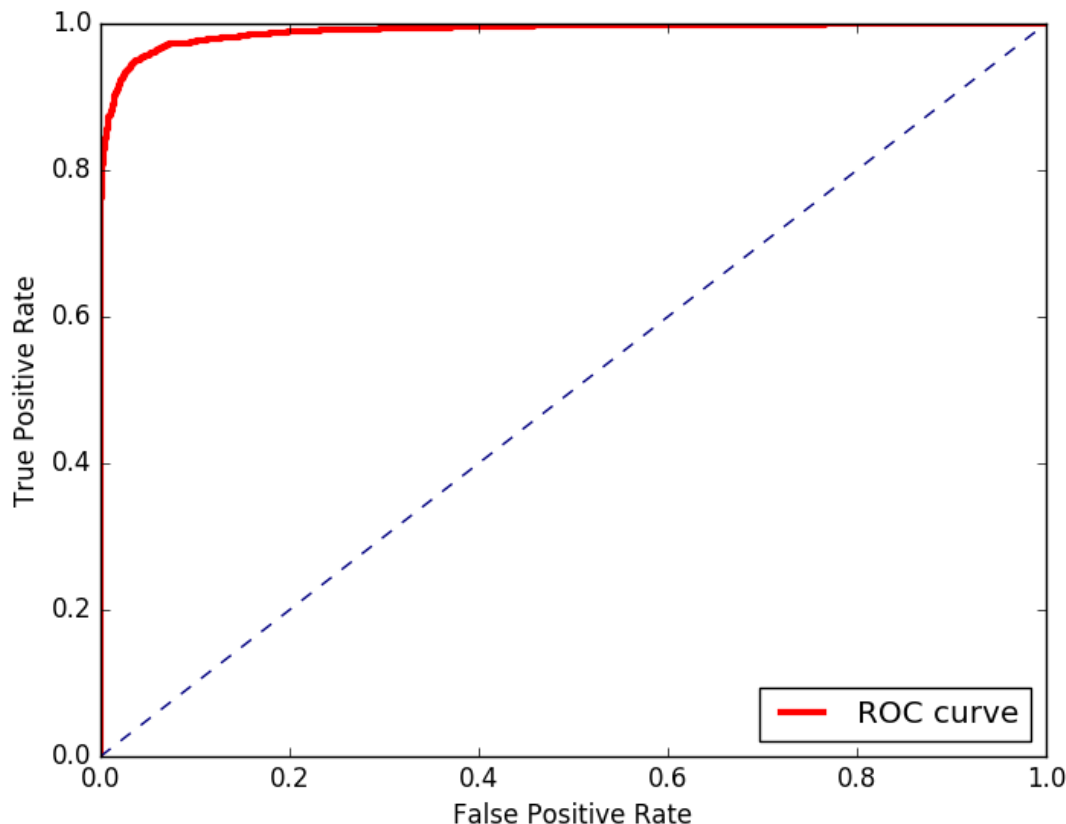
# Формирование выборок

- 35000 снимков, отобранных случайным образом, для каждого класса
- Разметка: 6 классов для задачи классификации эмоций, 2 класса для задачи детектирования улыбки
- Угол обзора камеры:  $[-45, 45]$
- Тренировочный и тестовый наборы данных: 80/20 (не содержали одинаковых изображений, а также снимков одного и того же субъекта)



# Детектирование улыбки: результаты численных экспериментов

- Доля правильных ответов: 95.42% (около 13400 из 14000 картинок тестовой выборки были классифицированы правильно).
- Значение показателя AUC-ROC: 0.98, что говорит о высоком качестве работы алгоритма.



# Детектирование улыбки:

## результаты численных экспериментов

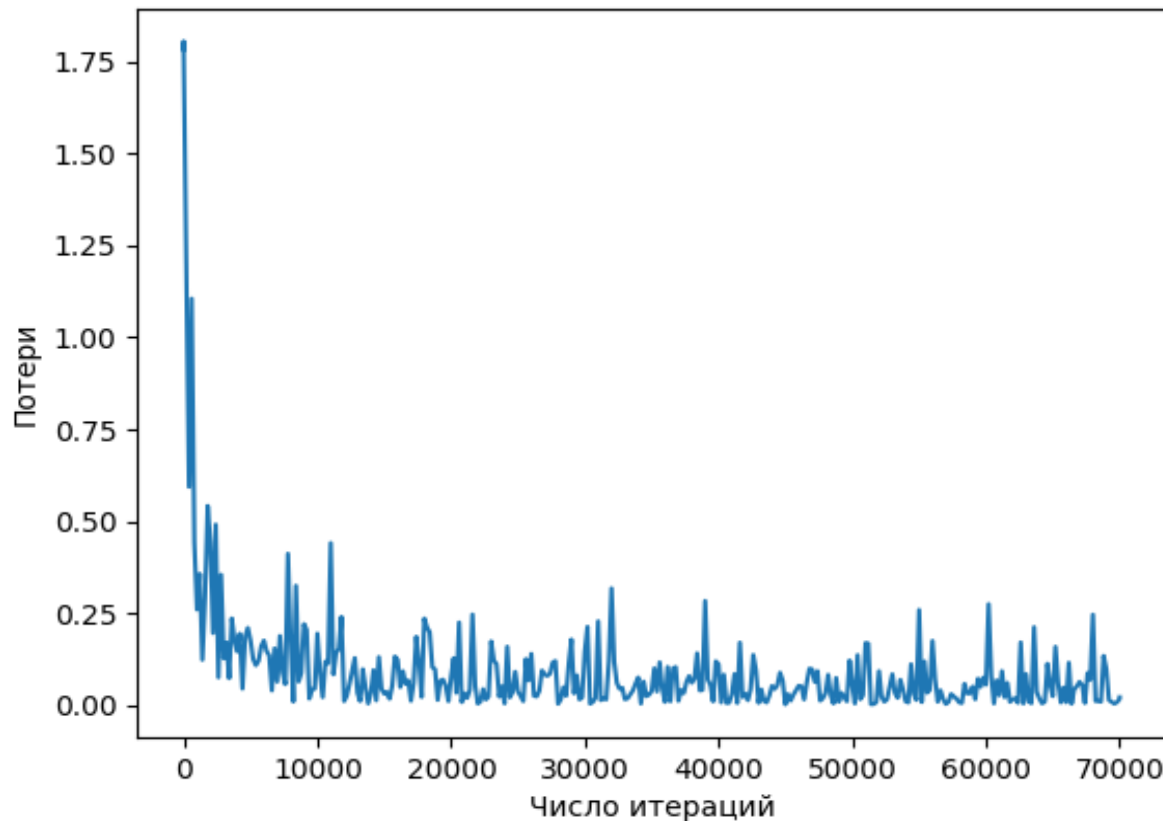
Классы		Фактический класс	
		Улыбки	Неулыбки
Предсказанный класс	Улыбки	6590	<u>246</u>
	Неулыбки	<u>410</u>	6754

Анализ ошибок		Метрики качества		
		Точность	Полнота	F-мера
Классы	Улыбки	0,96	0,94	<u>0,95</u>
	Неулыбки	0,94	0,96	<u>0,95</u>



# Распознавание эмоций: результаты численных экспериментов

- Доля правильных ответов: 92.29% (около 38800 из 42000 картинок тестовой выборки были классифицированы правильно).
- Согласно графику изменения функции потерь, алгоритм сходится, переобучения не происходит.



# Распознавание эмоций: результаты численных экспериментов

Классы		Фактический класс					
		Улыбка	Удивление	Презрение	Заинтересованность	Крик	Спокойствие
Предсказанный класс	Улыбка	6471	48	68	8	4	136
	Удивление	87	6715	3	1	47	30
	<u>Презрение</u>	102	28	<u>6006</u>	<u>556</u>	34	61
	<u>Заинтересованность</u>	143	20	<u>749</u>	<u>6112</u>	12	184
	Крик	53	98	48	22	6903	26
	Спокойствие	144	91	126	301	0	6563

# Распознавание эмоций: результаты численных экспериментов

Анализ ошибок		Метрики качества		
		Точность	Полность	F-мера
Классы	Улыбка	0,96	0,82	0,94
	Удивление	0,98	0,96	0,97
	<u>Презрение</u>	<u>0,89</u>	<u>0,86</u>	<u>0,87</u>
	<u>Заинтересованность</u>	<u>0,85</u>	<u>0,87</u>	<u>0,86</u>
	Крик	0,97	0,99	0,98
	Спокойствие	0,91	0,92	0,92

# Труднораспознаваемые классы эмоций



а) Заинтересованность



б) Презрение

# Предварительные результаты работы

- Разработаны алгоритмы детектирования улыбки и распознавания эмоций
- Доля правильных ответов для каждой из задач составила 95.42% и 92.29% соответственно
- Значение F-меры превысило 0.85 для каждого класса, что говорит о высоком качестве работы алгоритма
- Наиболее трудно распознаваемые типы эмоций – «Заинтересованность» и «Презрение». Это объясняется схожестью многих представленных базе экземпляров этих классов

# Развитие проекта

- Апробация алгоритма на снимках, полученных с реальных камер видеонаблюдения [в процессе]
- Распознавание жестов для более точного прогнозирования индивидуального поведения человека [в процессе]

# Разработка алгоритмов прогнозирования индивидуального поведения на основе визуального распознавания эмоций



Леонид Ивановский,  
аспирант