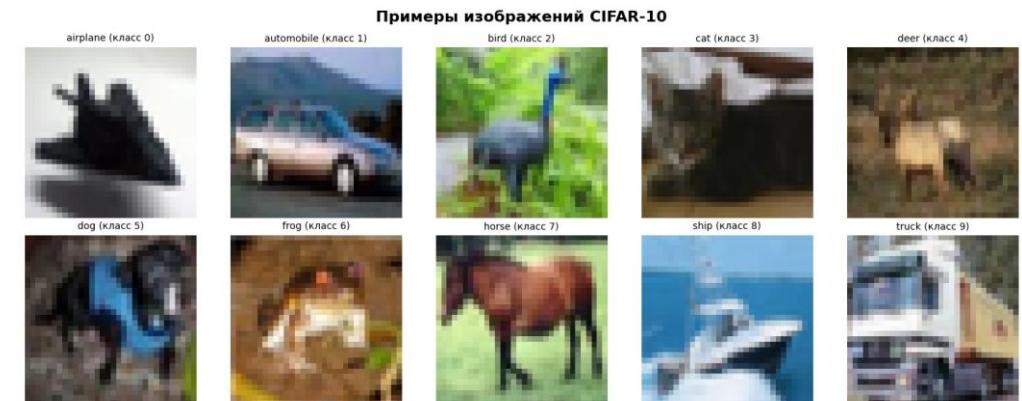


# Классификация изображений в датасете CIFAR-10

Шатохин Лев

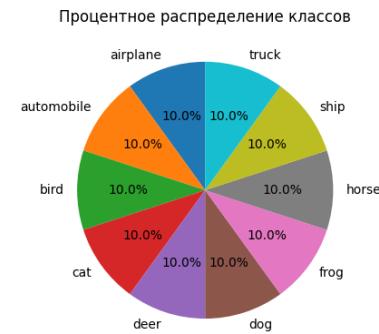
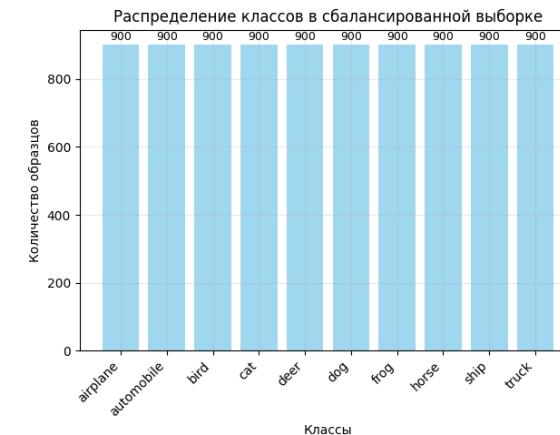
# ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ:

- Источник: CIFAR-10 (Canadian Institute For Advanced Research)
- - Размерность: 60,000 цветных изображений 32×32 пикселя
- - Количество классов: 10 (самолёт, автомобиль, птица, кошка, олень, собака, лягушка, лошадь, корабль, грузовик)
- - Распределение: 50,000 обучающих и 10,000 тестовых изображений
- - Особенности: Низкое разрешение, сложные фоновые шумы, вариации освещения



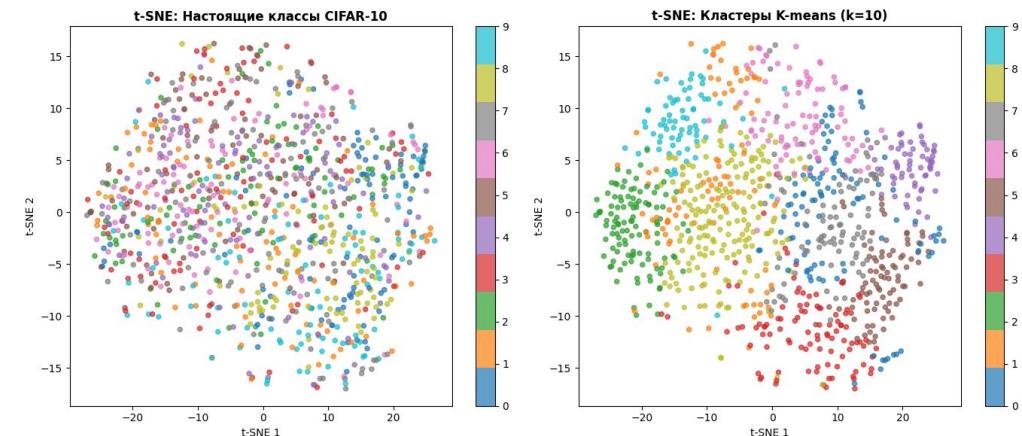
# ПОДГОТОВКА ДАННЫХ ДЛЯ АНАЛИЗА

- Создание сбалансированного подмножества: по 900 образцов каждого класса
- Общий размер обучающего набора: 9000 образцов
- Обучающая выборка: 7200 образцов
- Валидационная выборка: 1800 образцов
- Тестовая выборка: 2000 образцов

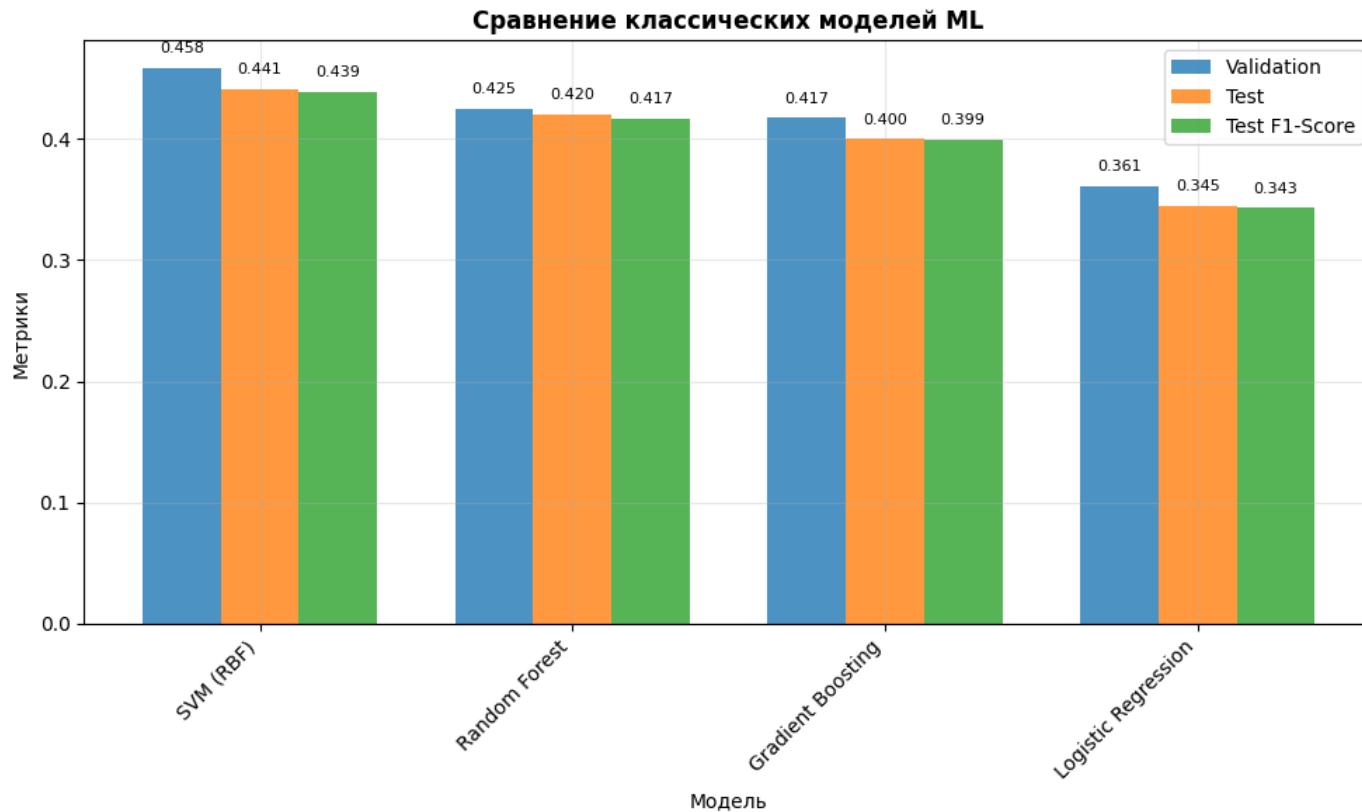


# КЛАСТЕРИЗАЦИЯ И АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ДАННЫХ

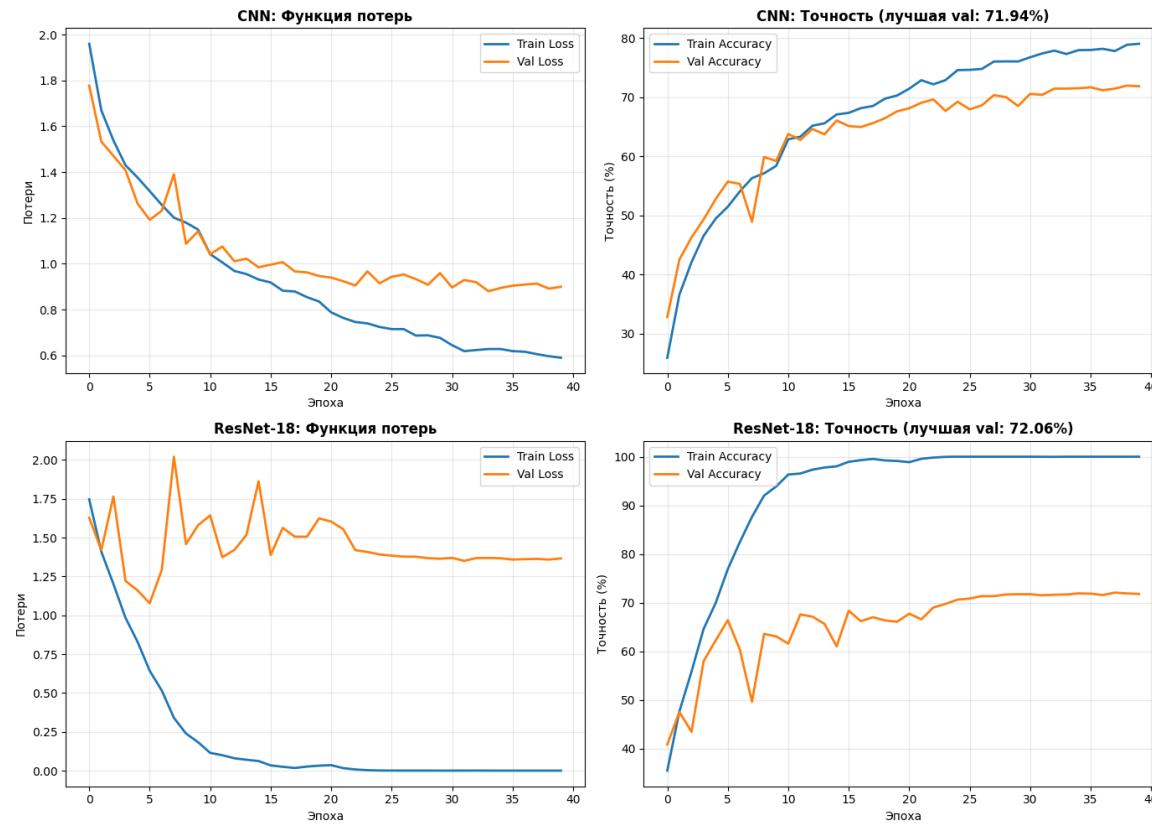
- Метрики качества кластеризации K-means:
- Silhouette Score: 0.0769
- Adjusted Rand Index (ARI): 0.0434
- Интерпретация:
  - Низкие значения метрик указывают на слабую разделимость классов в пространстве признаков
  - Кластеризация без обучения (unsupervised) не может хорошо разделить сложные визуальные классы



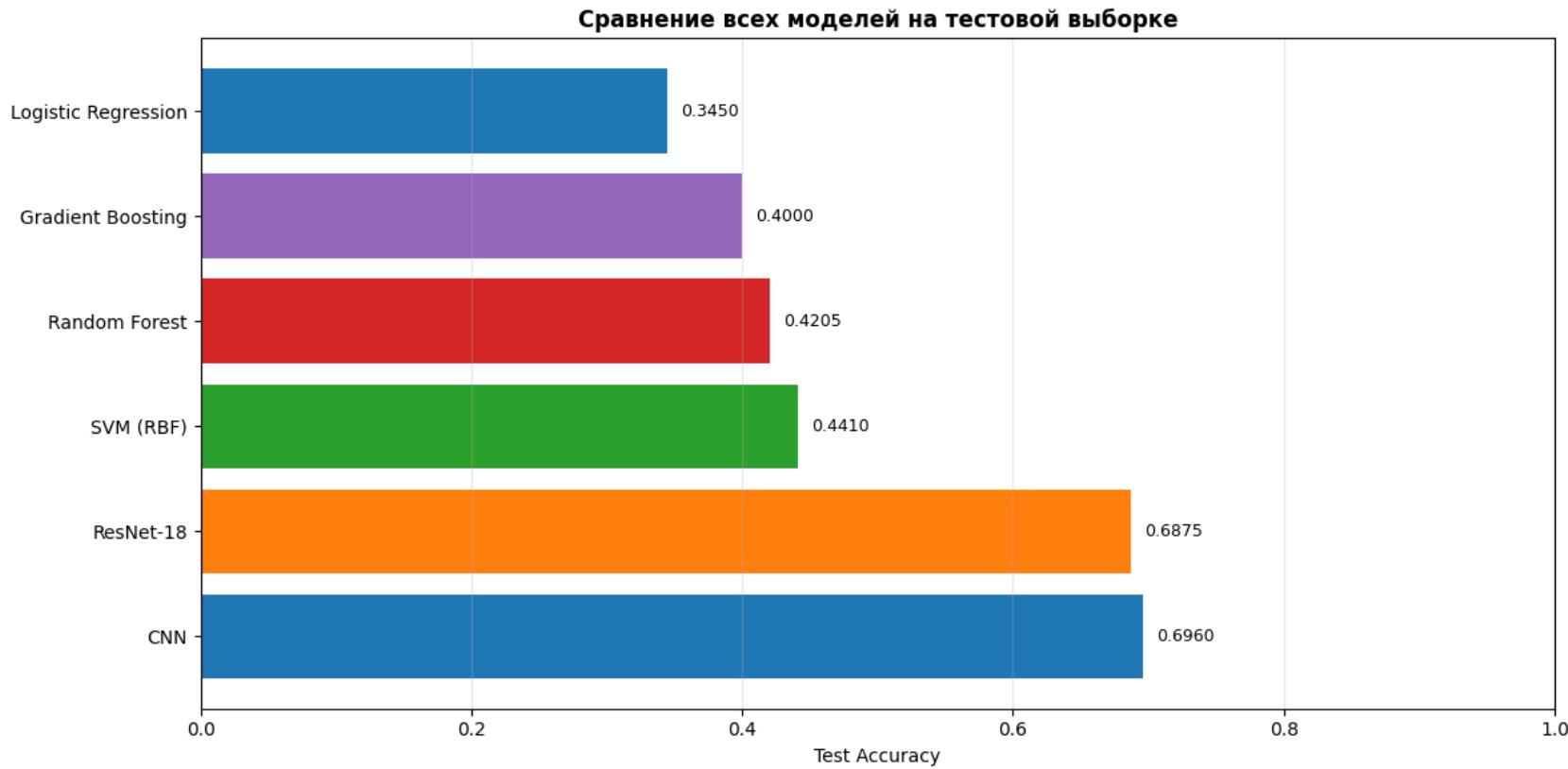
# КЛАССИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

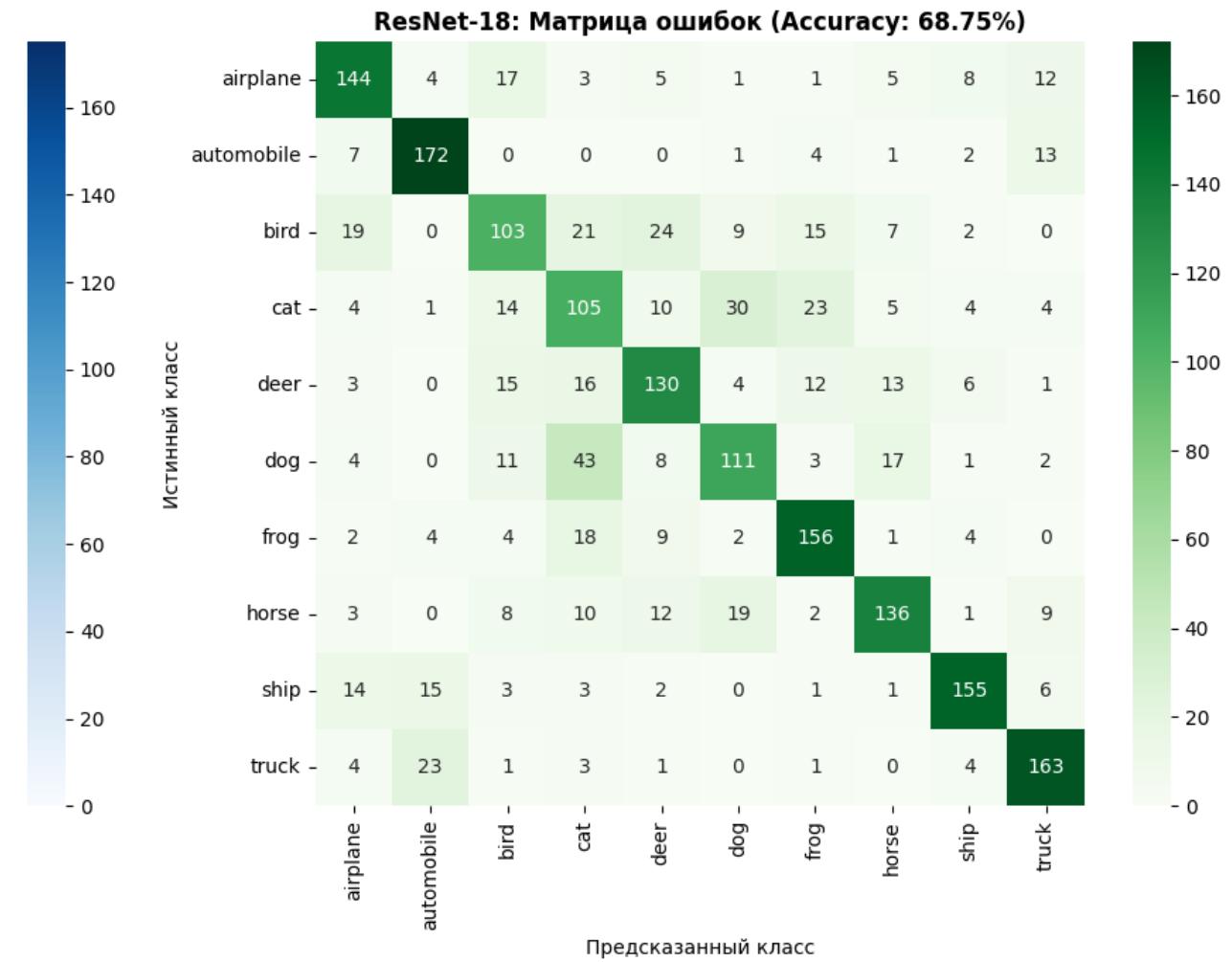
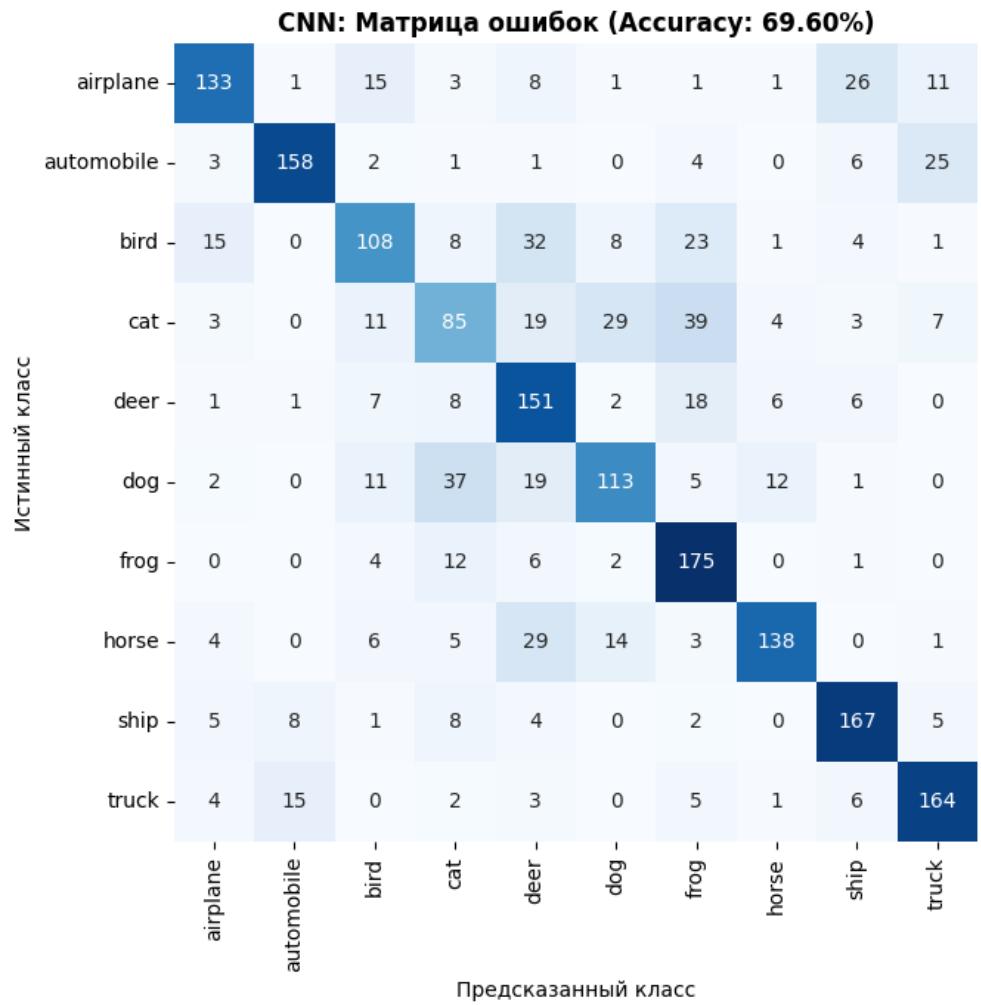


# НЕЙРОННЫЕ СЕТИ: CNN И RESNET-18



# ОЦЕНКА И СРАВНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ





# Анализ ошибок по классам (CNN):

class	Error rate	Common error
cat	0.575	frog
bird	0.460	deer
dog	0.435	cat
airplane	0.335	ship
horse	0.310	deer

# РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ

- Сложность =  $0.2 * \text{яркость} + 0.5 * \text{конtrаст} + 0.3 * \text{энтропия}$

Random Forest Regressor:

- Train MSE: 0.001064, Test MSE: 0.007613
- Train R<sup>2</sup>: 0.9523, Test R<sup>2</sup>: 0.6394

Gradient Boosting Regressor:

- Train MSE: 0.006976, Test MSE: 0.008004
- Train R<sup>2</sup>: 0.6874, Test R<sup>2</sup>: 0.6209

# ИТОГОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

## 1. ЭФФЕКТИВНОСТЬ МОДЕЛЕЙ:

- ResNet-18 достигла хорошей точности (68.75%)
- Кастомная CNN показала лучший результат (69.60%)
- Классические ML-модели значительно уступают (лучшая: SVM (RBF) - 44.1%)

## 2. АНАЛИЗ СЛОЖНОСТИ ЗАДАЧИ:

- Низкое разрешение изображений ( $32 \times 32$ ) усложняет классификацию
- Наибольшие трудности вызывают классы (кошки/лягушки, птицы/олени)
- Наибольшая точность достигнута для классов с четкими признаками (лягушки, грузовики, корабли)

## 3. ПЕРЕОБУЧЕНИЕ И ГЕНЕРАЛИЗАЦИЯ:

- Нейронные сети показали умеренное переобучение
- Регуляризация (Dropout, BatchNorm, Weight Decay) улучшила обобщающую способность
- CNN показала лучшую стабильность обучения

# ИТОГОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

## 4. КЛАСТЕРИЗАЦИЯ:

- Низкий ARI (0.0434) подтверждает сложность unsupervised-кластеризации изображений
- Возможно помогут предобученные эмбеддинги

## 5. РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ:

- Random Forest показал хороший результат ( $R^2=0.6394$ )
- Сложность изображения можно предсказывать по низкоразмерным признакам