

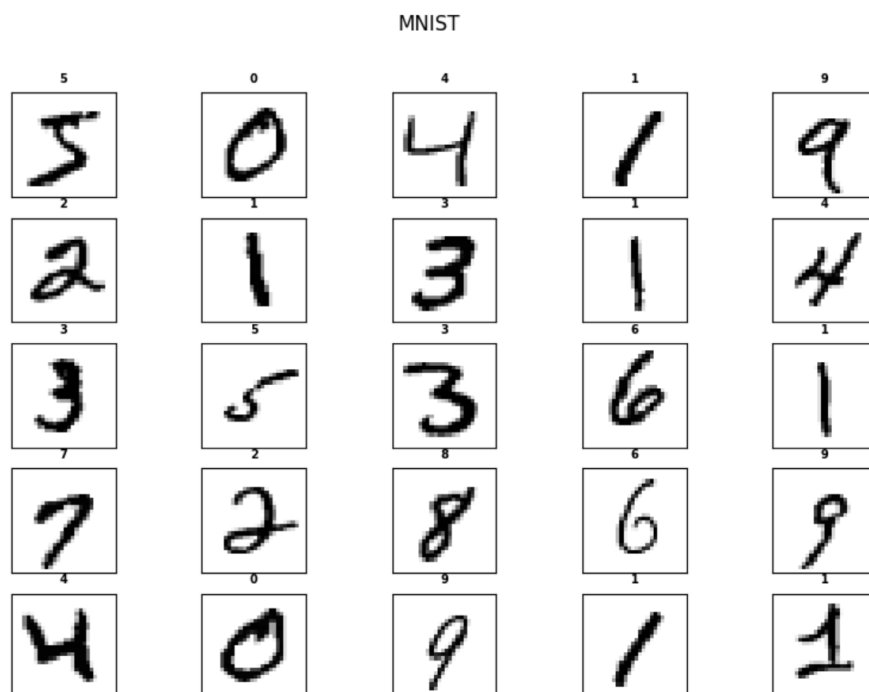
**Решаемая задача:** классификация изображений рукописных цифр и букв. Модели нейронных сетей: Многослойный перцептрон и Сверточная нейронная сеть.

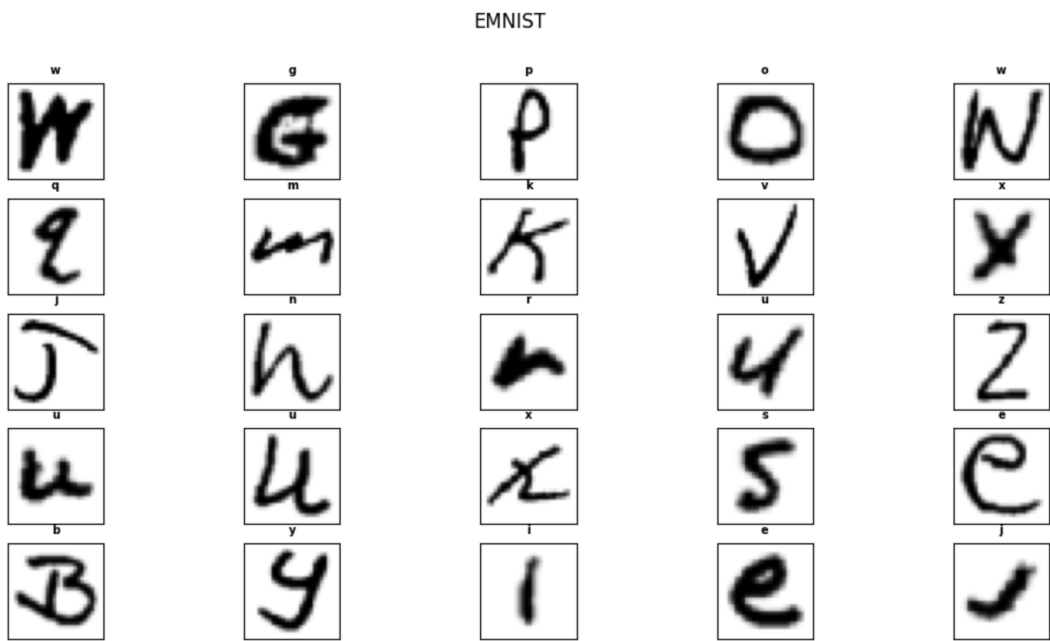
**Описание наборов данных** (количественные характеристики).

Наборы данных содержат следующие изображения:

- MNIST – 70'000 рукописных цифр; из них 60'000 входят в обучающую выборку, а 10'000 – в тестовую; размер каждого образа – 28\*28 пикселей; рисунки выполнены в оттенках серого цвета;
- EMNIST-letters – 145'600 рукописных букв английского алфавита; из них 124'800 входят в обучающую выборку, а 20'800 – в тестовую; размер каждого образа – 28\*28 пикселей; рисунки выполнены в оттенках серого цвета;

**Примеры изображений наборов с указанием имени класса над изображением.**





5. Описание слоев исходной нейронной сети (результат `model.summary()`).

## EMNIST

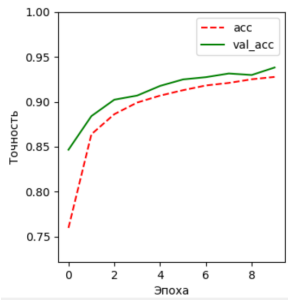
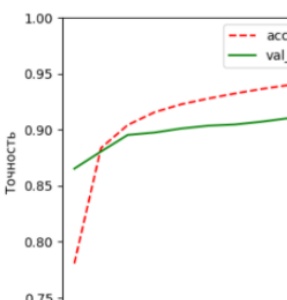
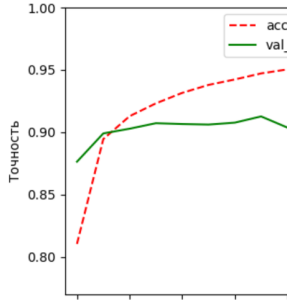
модель 1	<pre> ----- многослойный перцептрон модель 1 ----- Model: "sequential" ----- Layer (type)                Output Shape              Param # ----- dense (Dense)                (None, 128)               100480 ----- dense_1 (Dense)              (None, 64)                8256 ----- dense_2 (Dense)              (None, 32)                2080 ----- dense_3 (Dense)              (None, 26)                858 ----- Total params: 111,674 Trainable params: 111,674 Non-trainable params: 0 ----- </pre>
модель 2	

	<pre> ----- многослойный перцептрон модель 2 ----- Model: "model"  ----- Layer (type)                Output Shape              Param # ----- input_1 (InputLayer)        [(None, 28, 28)]         0 ----- flatten (Flatten)           (None, 784)              0 ----- dense_4 (Dense)             (None, 784)              615440 ----- dense_5 (Dense)             (None, 32)               25120 ----- dense_6 (Dense)             (None, 26)               858 ----- Total params: 641,418 Trainable params: 641,418 Non-trainable params: 0 ----- </pre>
--	---

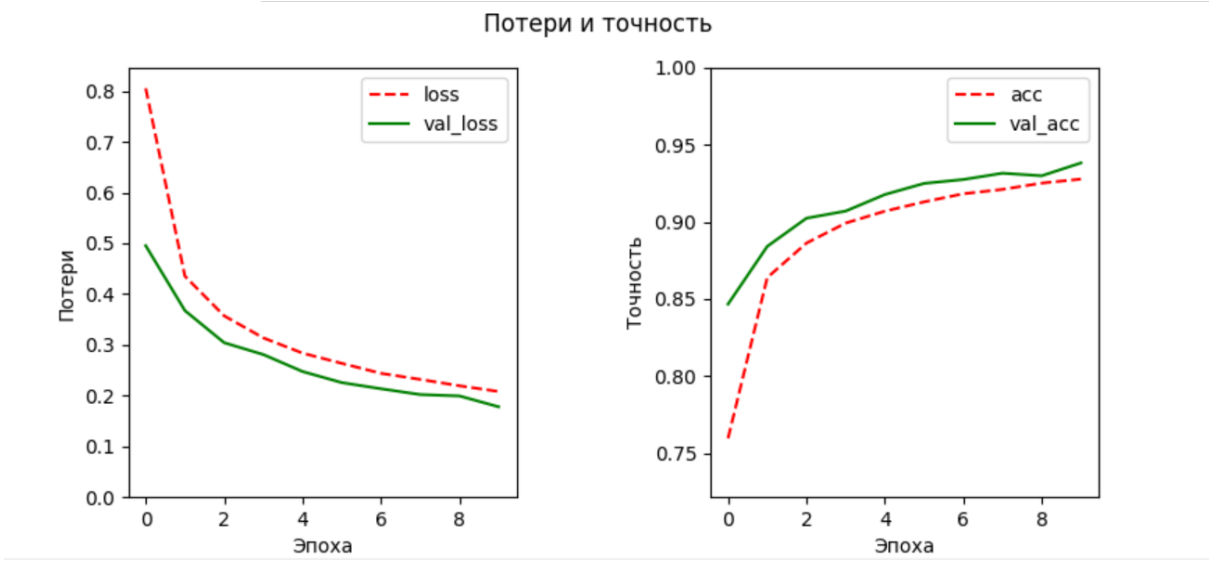
6. Таблица с результатами использованных вариантов (не менее 2-х) НС со столбцами:

### EMNIST

Свойства\№ модели	1	модель 2	модель 2
символьное описание НС	DR128-DR64-DR32-DS26	I(28,28)-F-DR784-DR32-DS26	I(28,28)-F-DR784-DR32-DS26
имя оптимизатора	adam	adam	adam
имя функции потерь	categorical_crossentropy	mse	categorical_crossentropy
число эпох	10	10	10
размер обучающего пакета	64	64	64
время обучения	49 секунд	101 секунда	101.62651300430298

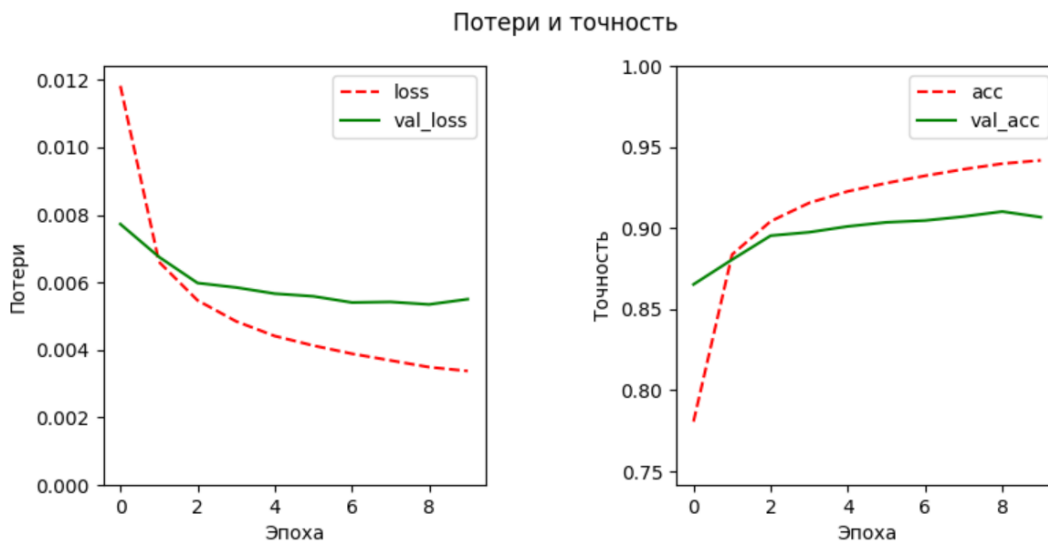
			секунда
точность на обучающем множестве	0.9342	0.9417	0.9530
точность на оценочном множестве	0.9385	0.9067	0.9072
			

Модель 1 - лучшая точность на оценочном множестве

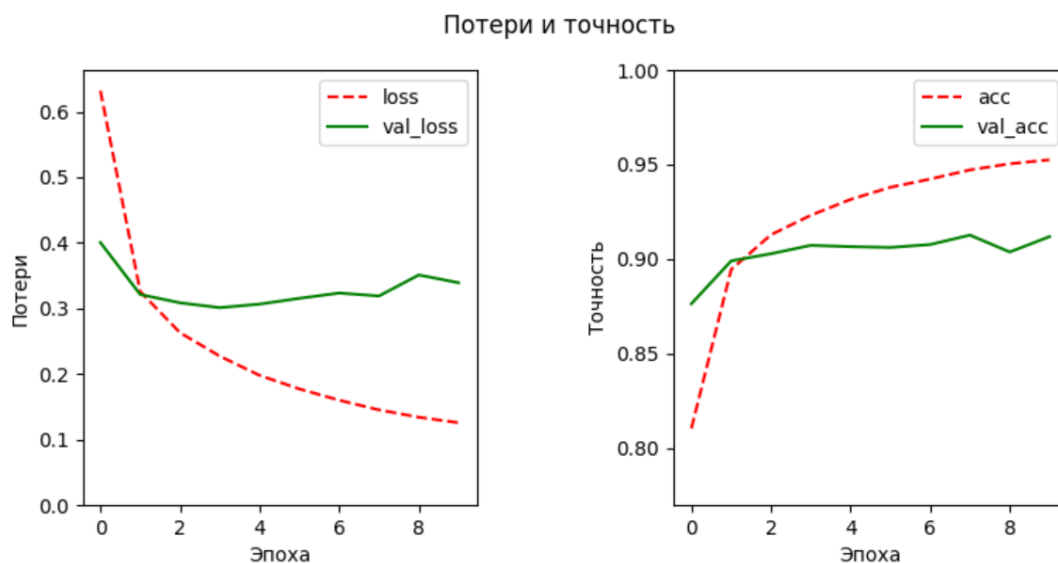


На 2 и 3 модели можем наблюдать переобучение модели, явление, при котором обучаемая модель хорошо распознает примеры из обучающего множества, но плохо работает на валидационной выборке, не участвующей в процессе обучения. Мы видим, что на выборке валидации график точности перестает “расти”, а точность на обучающей выборке (x\_train , y\_train) продолжает расти

Модель 2



Модель 3 - худшая точность на оценочном множестве



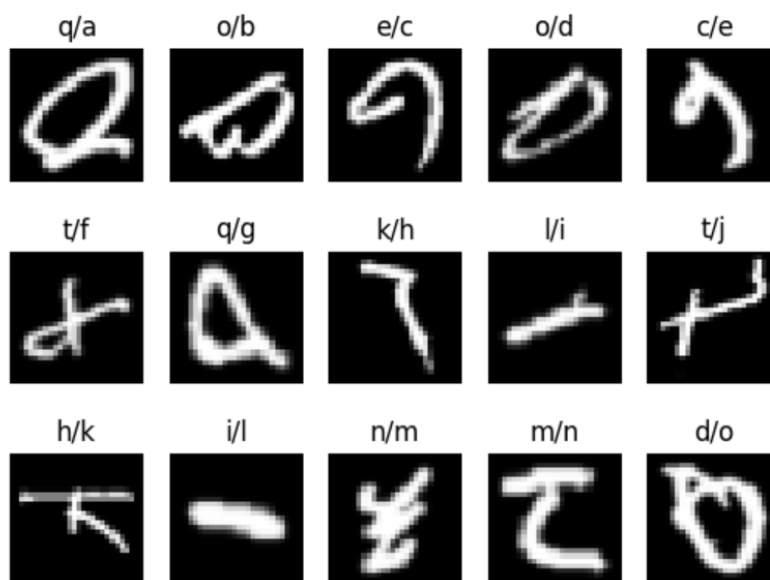
Так как решается задача классификации, лучше использовать функцию ошибок `categorical_crossentropy`.

#### Точность по классам

- a : 0.8625
- b : 0.91875
- c : 0.93875
- d : 0.91375
- e : 0.9425
- f : 0.9325
- g : 0.81125
- h : 0.935

i : 0.69875  
j : 0.935  
k : 0.90625  
l : 0.755  
m : 0.96  
n : 0.90625  
o : 0.97375  
p : 0.94375  
q : 0.8025  
r : 0.805  
s : 0.96125  
t : 0.9575  
u : 0.9125  
v : 0.92125  
w : 0.9575  
x : 0.92  
y : 0.9425  
z : 0.95625

**Примеры ошибочно классифицированных изображений** (берется лучшая модель НС).



прогноз для модели 1

Точность по классам

a : 0.80125

b : 0.88125

c : 0.87375

d : 0.84625  
e : 0.92  
f : 0.845  
g : 0.6475  
h : 0.83  
i : 0.6575  
j : 0.8675  
k : 0.91  
l : 0.74125  
m : 0.93875  
n : 0.84625  
o : 0.94  
p : 0.94  
q : 0.745  
r : 0.82875  
s : 0.9425  
t : 0.93  
u : 0.915  
v : 0.895  
w : 0.94625  
x : 0.88  
y : 0.89875  
z : 0.93375