

Ниже представлены таблицы с абсолютным качеством методов и относительным улучшением при использовании BN для датасета MNIST. Относительное улучшение рассчитывается по формулам:

$$(1) = \frac{y - x}{100 - x} \quad (1)$$

$$(2) = \frac{y - x}{x} \cdot 100 \quad (2)$$

Отметим, что во второй формуле результат почти эквивалентен абсолютной разнице, так как качество метода близко к 100%.

Шаг обучения  $\alpha$  выбирался лучшим отдельно для обычного метода и метода с нормализацией.

Эпохи	1	2	5	10	25	50
Качество, %	91.22	94.4	96.5	96.8	97.47	97.25
Качество с BN, %	96.39	97.4	97.85	97.76	98.33	98.4
Относительное улучшение (1)	0.59	0.54	0.39	0.3	0.34	0.42
Относительное улучшение (2)	5.67	3.18	1.4	0.99	0.88	1.18

Таблица 1: RMSProp,  $\alpha_{rmsprop} = 0.01$ ,  $\alpha_{BN} = 0.01$

Эпохи	1	2	5	10	25	50
Качество, %	89.11	91.56	94.61	96.11	97.17	97.51
Качество с BN, %	96.9	97.36	97.77	98.07	98.25	98.32
Относительное улучшение (1)	0.72	0.69	0.59	0.5	0.38	0.33
Относительное улучшение (2)	8.74	6.33	3.34	2.04	1.11	0.83

Таблица 2: SGD,  $\alpha_{SGD} = 0.1, \alpha_{BN} = 1.5$ 

Эпохи	1	2	5	10	25	50
Качество, %	94.27	96.29	97.13	97.45	97.96	97.97
Качество с BN, %	96.21	96.95	97.53	97.71	97.92	98.24
Относительное улучшение (1)	0.34	0.18	0.14	0.1	-0.02	0.13
Относительное улучшение (2)	2.06	0.69	0.41	0.27	-0.04	0.28

Таблица 3: SGD momentum,  $\alpha_{momentum} = 0.1, \alpha_{BN} = 1.5$ 

Эпохи	1	2	5	10	25	50
Качество, %	93.17	94.97	96.88	97.48	97.82	97.87
Качество с BN, %	96.48	96.72	97.66	97.78	97.84	98.11
Относительное улучшение (1)	0.48	0.35	0.25	0.12	0.01	0.11
Относительное улучшение (2)	3.55	1.84	0.81	0.31	0.02	0.25

Таблица 4: Adam,  $\alpha_{Adam} = 0.001, \alpha_{BN} = 0.01$ 

Эпохи	1	2	5	10	25	50
Качество, %	94.21	95.51	96.8	96.97	97.32	97.36
Качество с BN, %	96.6	97.08	97.74	97.93	98.22	98.24
Относительное улучшение (1)	0.41	0.35	0.29	0.32	0.34	0.33
Относительное улучшение (2)	2.54	1.64	0.97	0.99	0.92	0.9

Таблица 5: Adagrad,  $\alpha_{Adagrad} = 0.01, \alpha_{BN} = 0.1$ 

Эпохи	1	2	5	10	25	50
Качество, %	92.31	95.32	97.03	97.53	98.09	98.01
Качество с BN, %	96.34	97.38	98.06	98.15	98.36	98.42
Относительное улучшение (1)	0.52	0.44	0.35	0.25	0.14	0.21
Относительное улучшение (2)	4.37	2.16	1.06	0.64	0.28	0.42

Таблица 6: Adadelata,  $\alpha_{Adadelata} = 1, \alpha_{BN} = 5$

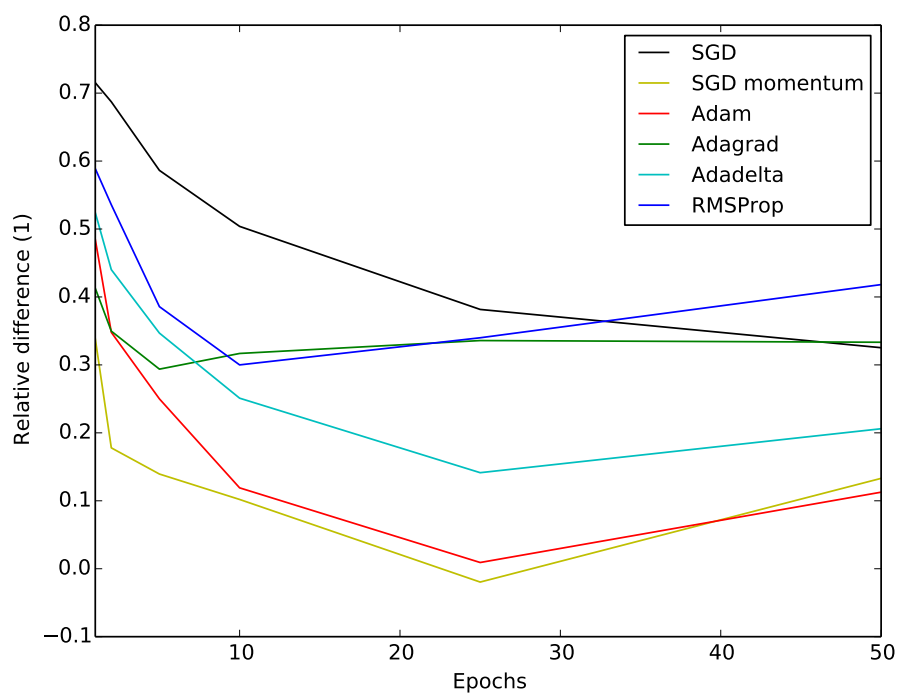


Рис. 1: Относительное улучшение (1)

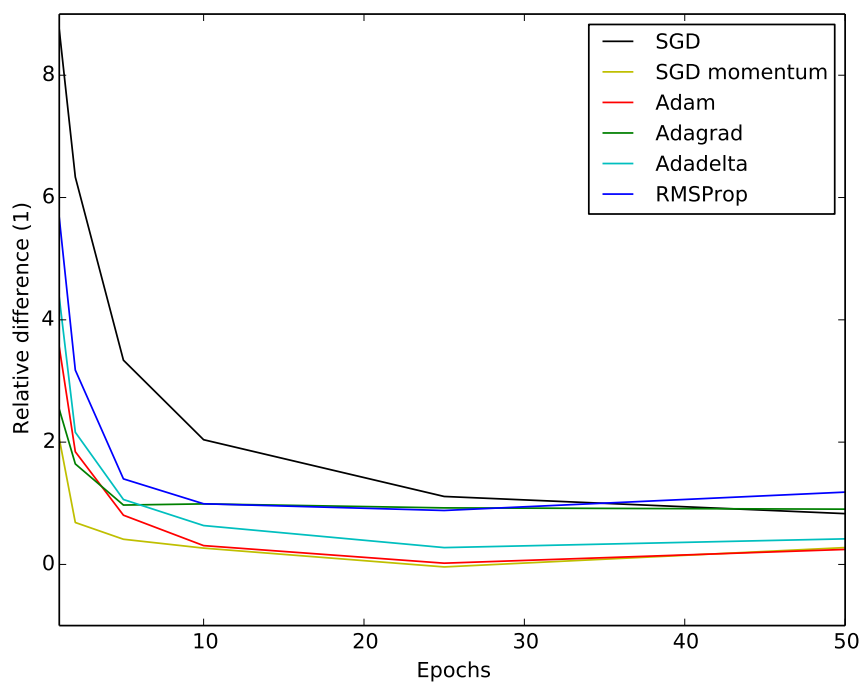


Рис. 2: Относительное улучшение (2)