

## ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ В ЗАДАЧЕ КОДИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

*Кривальцевич Е.А., студент гр.150701*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Вашкевич М.И. – докт. техн. наук*

**Аннотация.** В работе рассмотрен принцип работы нейронной сети с архитектурой автокодировщика. Исследовался вопрос возможности применения данной нейронной сети в задаче кодирования изображений. Обучение нейронной сети выполнялось средствами системы MATLAB. Для экспериментов использовалась набор данных рукописных цифр MNIST.

**Ключевые слова.** Нейронная сеть, автокодировщик, MNIST.

### Введение

Использование нейронных сетей становится повсеместным. Конструкция нейронных сетей представляет собой важную область исследований в современной информационной технологии. Одним из интересных и актуальных направлений в этой области является применение нейронных сетей автокодировщиков для обработки и классификации изображений. В частности, база данных MNIST, содержащая набор рукописных цифр, предоставляет уникальную возможность для исследования эффективности таких нейронных сетей.

В данной научной работе рассматривается применение нейронной сети автокодировщика [1] для решения задачи сжатия и восстановления изображения цифр из базы данных MNIST. Автокодировщики являются классом нейронных сетей, которые обучаются восстанавливать входные данные на выходе, что позволяет использовать их для выделения наиболее важных признаков изображений.

### Подготовка данных для обучения и тестирования сети

Данные для обучения нейронной сети автокодировщика были взяты из базы рукописных цифр MNIST. В данной базе хранятся изображения рукописных цифр в формате 28 на 28 пикселей. Эти данные делятся на 2 группы. В первой группе содержится 60000 изображений, которые необходимо использовать для обучения нейронной сети. Во второй группе находятся 10000 изображений, которые проходят через данную сеть и являются тестовыми изображениями.

Для ускорения процесса обучения сети, в связи с ограниченными вычислительными ресурсами, было принято решение ограничить размерность изображений до 6000 для обучения и 1000 для тестирования. Данное действие позволило увеличить производительность.

В качестве входных данных подготовим массив, который будет содержать 6000 строк и 784 столбца. В результате получим, что изображения из формата 28 на 28 были преобразованы к формату 1 на 784. Поэтому был получен формат представления данных в котором, содержится 6000 изображений и каждая отдельная цифра находится в соответствующей строке. Для тестирования сети произведём аналогичные преобразования и получим массив данных 1000 на 784.

### Параметры нейронной сети

Автокодировщики были впервые представлены Румельхартом, Хинтоном и Уильямсом в 1986 году с целью научиться восстанавливать входные наблюдения с минимально возможной ошибкой [2].

Задача автокодировщика выдавать на выходе изображение, максимально похожее на входное. Для понимания принципа работы и структуры автокодировщика, представим его архитектуру на рисунке 1[1].

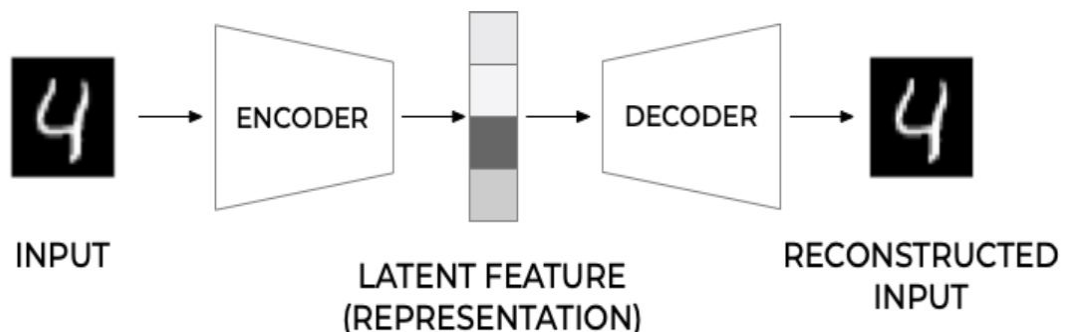


Рисунок 1 – Структура автокодировщика

Автокодировщик состоит из трех основных частей: кодер, вложение (*embedding, latent feature*) и декодер. Кодер и декодер — это просто функции, которые отвечают за процесс сжатия и восстановления изображения. Под названием вложением подразумевается внутренний слой нейронной сети, размерностью  $1 \times 256$ , в которые преобразовывается входное изображение. Вообще говоря, мы хотим, чтобы автокодировщик достаточно хорошо реконструировал входные данные. Тем не менее, он должен создать скрытое представление (вложение), которое будет полезным и значимым.

В данном автокодировщике важную роль играет функция активации выходного слоя. Для обучения данной сети была выбрана функция активации сигмоид, как одна из наиболее часто применяемых. Также сигмоид был выбран, так как он хорошо подходит для работы с данными в диапазоне от 0 до 1.

В качестве целевого значения ошибки на валидационном наборе данных было выбрано значение 0,01. Чтобы достигнуть данное значение необходимо большое количество эпох. Ограничим его на 100 тысячами. В качестве метода обучения был выбран метод масштабированных сопряженных градиентов. В качестве условия останова обучения было выбрано минимальное значение градиента  $1e-5$ .

### Результаты выполнения сжатия и восстановления изображений

Для тестирования работы нейронной сети автокодировщика воспользуемся подготовленным набором тестовых изображений, полученных из базы рукописных цифр MNIST и приведённых в требуемый формат.

В нейронную сеть изображения поступают в виде строки размерностью  $1 \times 784$ , для корректного вывода на экран будем менять формат исходных и восстановленных изображений в  $28 \times 28$ . На рисунке 2 представлен результат работы нейронной сети при ошибке, равной 152, при не нормализованных данных и 20000 эпохах обучения.

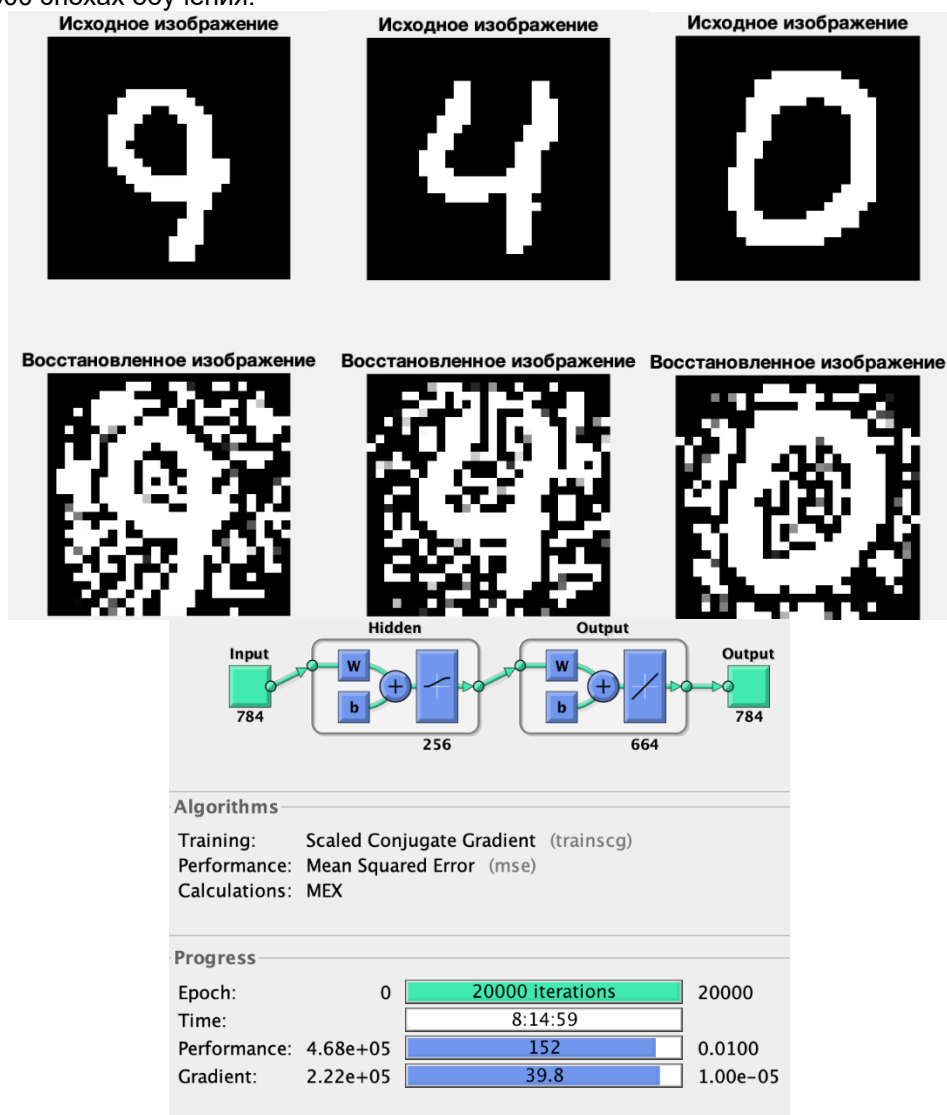


Рисунок 2 – Результат обучения сети с не нормализованными данными

Проанализировав полученный результат можно сделать вывод, что значение ошибки достаточно существенно и сильно влияет на восстановленное изображение. Мы видим, что на реконструированном изображении большое количество «битых» пикселей. Чтобы избавиться от

данного недостатка увеличим общее число эпох до 100 тыс. и заново обучим нейронную сеть. На рисунке 3 представлен результат работы нейронной сети при ошибке, раной 0,0023, при нормализованных данных.

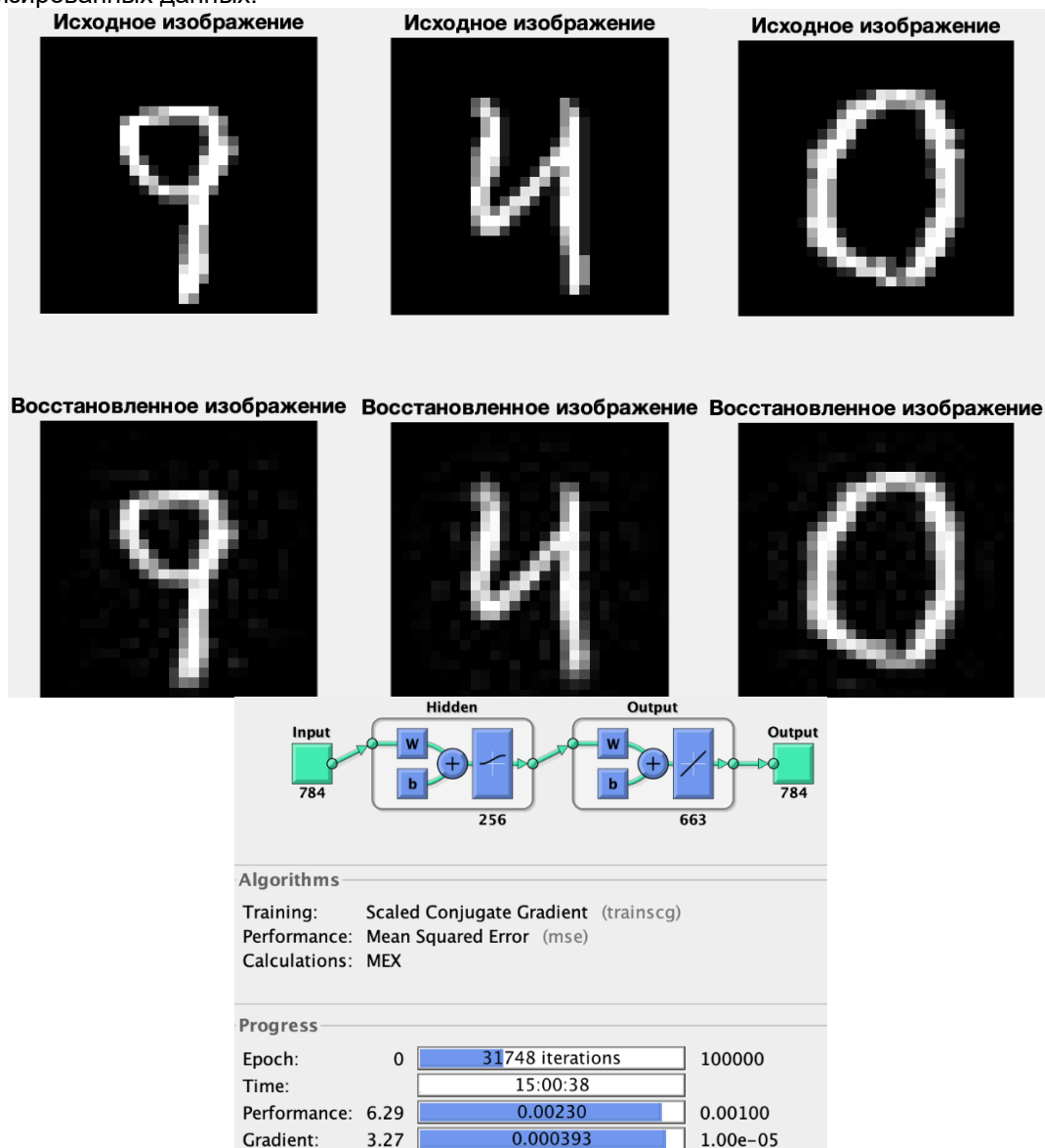


Рисунок 3 – Результат обучения сети с нормализованными данными

Проанализировав полученный результат можно сделать вывод, что изображение восстанавливается без существенных помех и не изменяет цифру.

Таким образом можно сделать вывод, что на результат восстановления изображения существенно влияет нормализация данных. Она позволяет избавиться от «битых» пикселей, что говорит о корректности выполнения функции автокодировщика.

**Список использованных источников:**

1. Michelucci U. An introduction to autoencoders //arXiv preprint arXiv:2201.03898. – 2022. – P. 1–26.
2. Николенко, С., Кадури, А., Архангельская, Е. Глубокое обучение – СПб.: Питер, 2019. – 480 с.

## **APPLICATION OF A NEURAL NETWORK TO THE IMAGE ENCODING PROBLEM**

*Krivalcevich E.A.*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

*Vashkevich M.I. – Doctor of Science*

**Annotation.** The paper considers the principle of operation of a neural network with an auto-encoder architecture. The question of the possibility of using this neural network in the problem of image encoding was investigated. Neural network training was performed using the MATLAB system. The MNIST handwritten digit dataset was used for the experiments.

**Keywords.** Neural network, autoencoder, MNIST.