

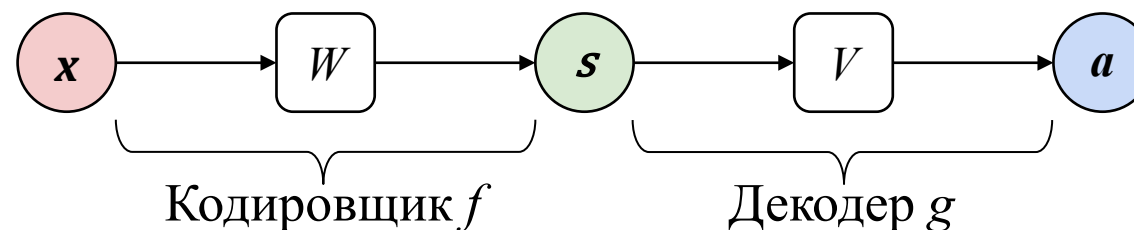
Глубокие нейронные сети

АВТОКОДИРОВЩИКИ (Autoencoders)

Лекция 11

Определение и общая структура автокодировщика

- **Автокодировщик** – нейронная сеть, производящая выходной вектор максимально идентичный входному вектору
- Обучается без учителя
- После обучения часть «Декодирование» отбрасывается



$$\begin{aligned} s &= f(Wx + b) \\ a &= g(Vs + d) \\ x &\approx a \end{aligned}$$

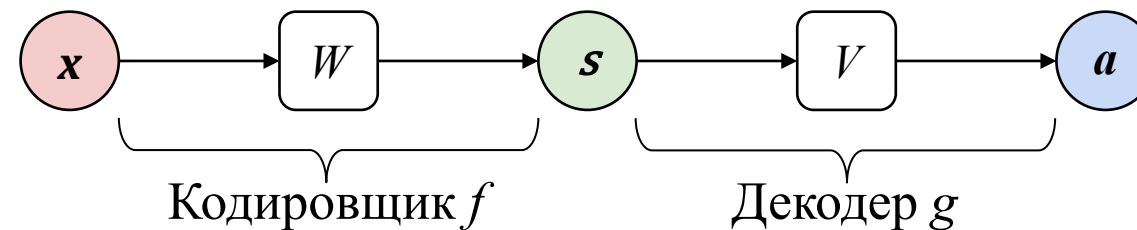
Области применения автокодировщиков

- Выявление скрытых зависимостей в исходных данных (автокодировщик используется в качестве первого скрытого слоя другой нейронной сети)
- Уменьшение шума (помех) в исходных данных
- Понижение размерности (dimensionality reduction) для визуализации многомерных данных
- Обнаружение аномалий

Типы автокодировщиков

- Понижающие автокодировщики
- Регуляризированные автокодировщики
- Разреженный автокодировщик
- Шумоподавляющие автокодировщики
- Глубокие автокодировщики

Понижающий автокодировщик (Undercomplete autoencoder)

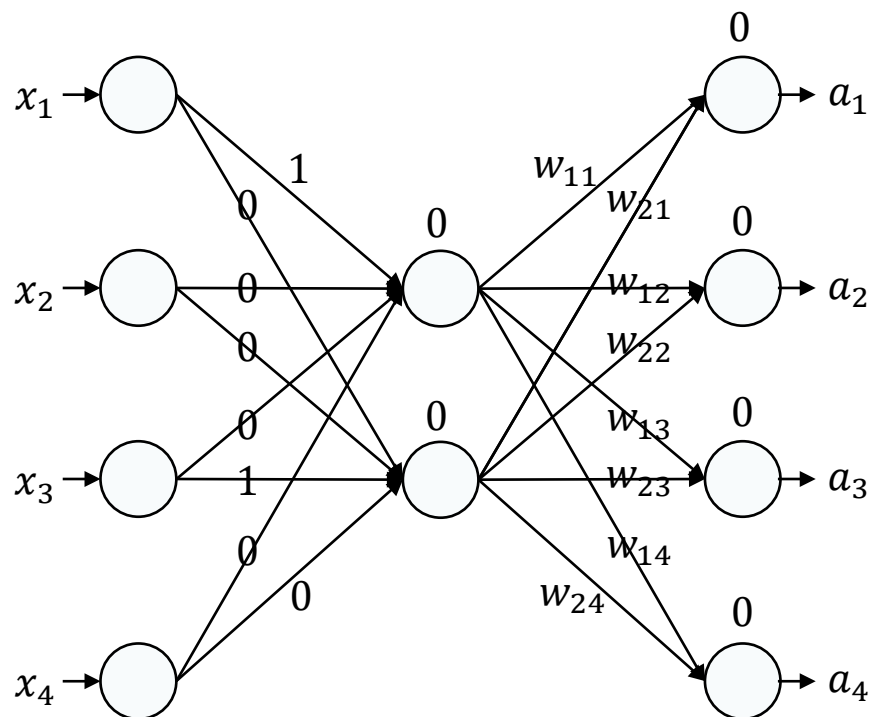


- Размерность s меньше, чем размерность x :

$$x, a \in \mathbb{R}^n; s \in \mathbb{R}^m; m < n$$

- Процесс обучения описывается как минимизация функции потерь $C(x, g(f(x)))$
- Понижающий автокодировщик позволяет заменить изображение рукописной цифры из 784 пикселей на вектор из \mathbb{R}^{100} без ощутимой потери информации

Задача: найти веса w_{11}, \dots, w_{24}



$$w_{11} =$$

$$w_{21} =$$

$$w_{12} =$$

$$w_{22} =$$

$$w_{13} =$$

$$w_{23} =$$

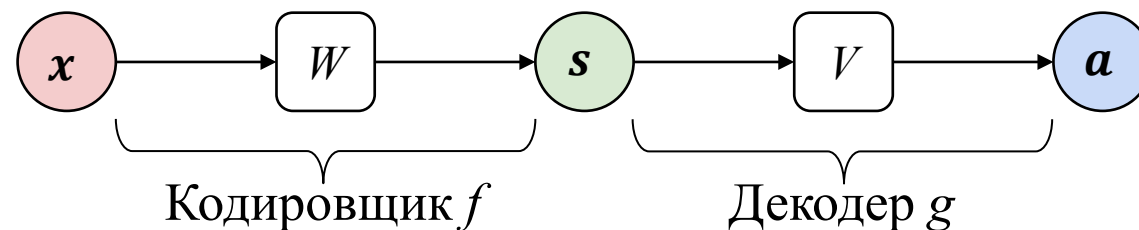
$$w_{14} =$$

$$w_{24} =$$

$$x_2 = 3x_1 + 7x_3$$

$$x_4 = 5x_1 + 2x_3$$

Регуляризованный автокодировщик



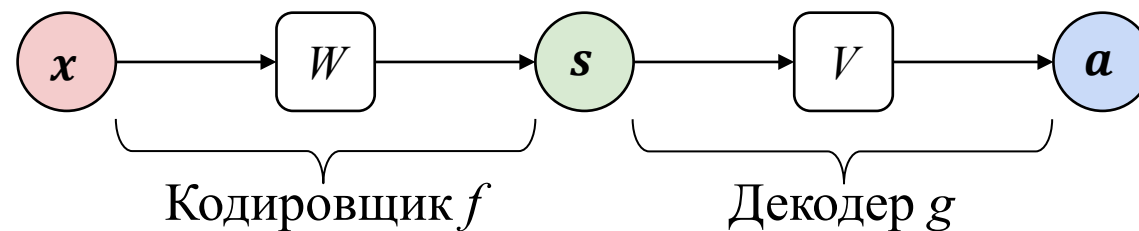
- К функции потерь добавляется регуляризационный терм (штраф):

$$C(x, g(f(x))) + \Omega$$

- Основная задача – копировать вход в выход
- Дополнительная задача определяется штрафной функцией Ω
- Пример (штраф стимулирует уменьшение весов):

$$\Omega = \lambda \sum_{i,j} w_{ij}^2$$

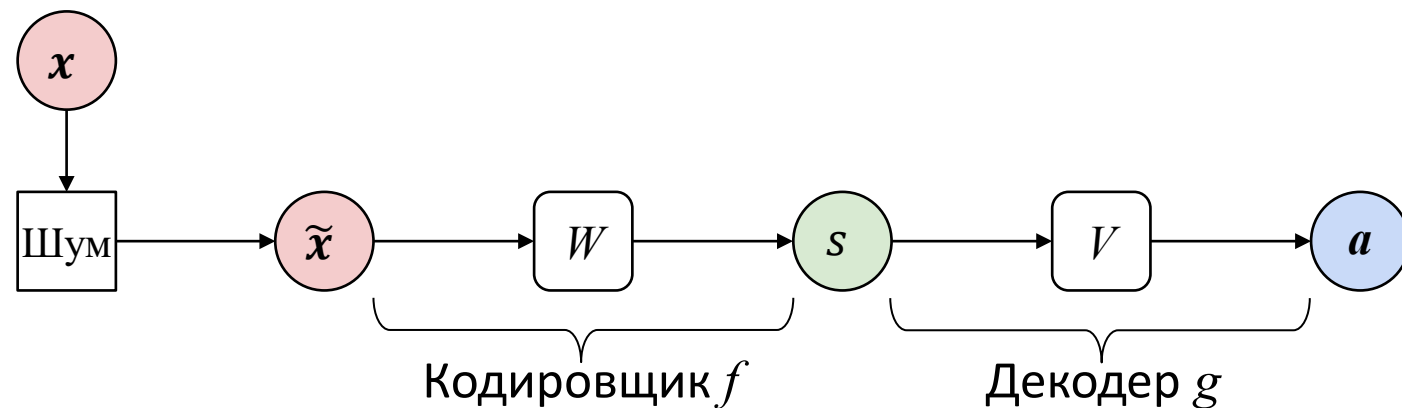
Разреженный автокодировщик



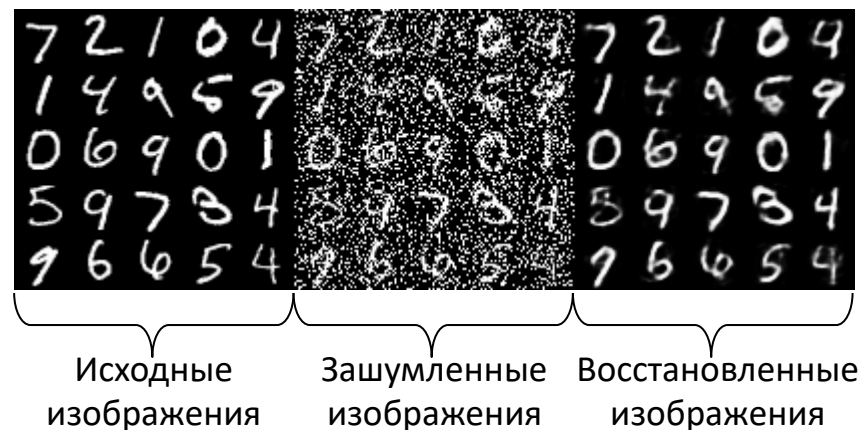
$$\mathbf{x}, \mathbf{a} \in \mathbb{R}^n; \mathbf{s} \in \mathbb{R}^m; m < n$$

- Функция потерь: $C(\mathbf{x}, \mathbf{g}(\mathbf{f}(\mathbf{x}))) + \Omega$
- Штраф (регуляризирующий терм): $\Omega = \frac{k}{m} \ln \frac{k}{\hat{k}}$, где k – желаемое количество активных нейронов, \hat{k} – фактическое количество активных нейронов скрытого слоя
- Стимулируется конфигурация, когда среднее количество активных нейронов скрытого слоя будет равно заданному числу k
- Применение: разделение объектов на $\frac{m}{k}$ классов

Шумоподавляющий автокодировщик



Функция потерь: $C(x, g(f(\tilde{x})))$



Способы генерации шумов

- Добавление ко входу случайного нормально распределенного шума с небольшой дисперсией (не применяется для изображений)
- Обнуление части входных нейронов в случайном порядке

Глубокий автокодировщик

- **Глубокий автокодировщик** включает несколько скрытых слоев
- Это позволяет повысить скорость обучения и качество работы автокодировщика

Конец лекции 11