

Peter the Great
Saint-Petersburg Polytechnic University

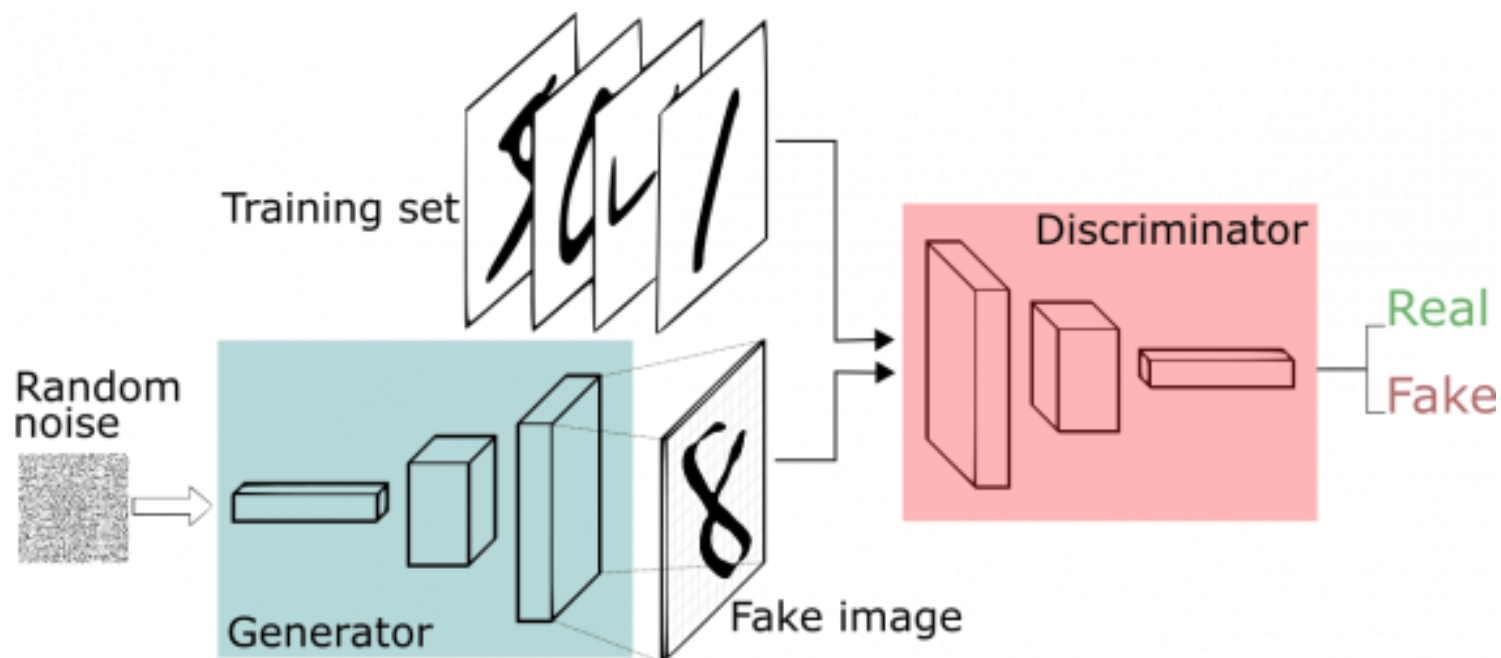
Ускорение обучения генеративных состязательных сетей

Руководитель: Чуканов В.С.
Исполнитель: Денисов П.П.

02.03.2020

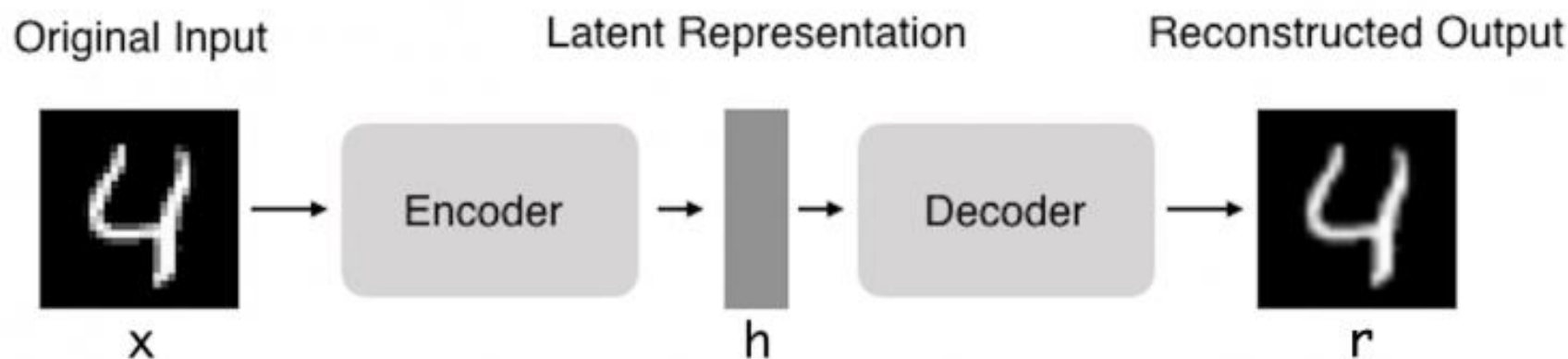
Генеративно-сопоставительные сети (ГСС)

- ГСС - архитектура, состоящая из генератора и дискриминатора, настроенных на работу друг против друга.



Автокодеры (автоэнкодеры)

- ▶ Автокодер - нейронная сеть, которая копирует входные данные на выход.



- ▶ **Энкодер:** отвечает за сжатие входа в *latent-space*. Представлен функцией кодирования $h = f(x)$
- ▶ **Декодер:** предназначен для восстановления ввода из *latent-space*. Представлен функцией декодирования $r = g(h)$.

Идея

- ▶ ГСС требуют много времени на тренировку. На одном GPU тренировка может занимать часы, а на одном CPU — более одного дня.
- ▶ Можно использовать предобученный *декодер* из автокодера. Автокодеры обучаются быстро по сравнению с ГСС.

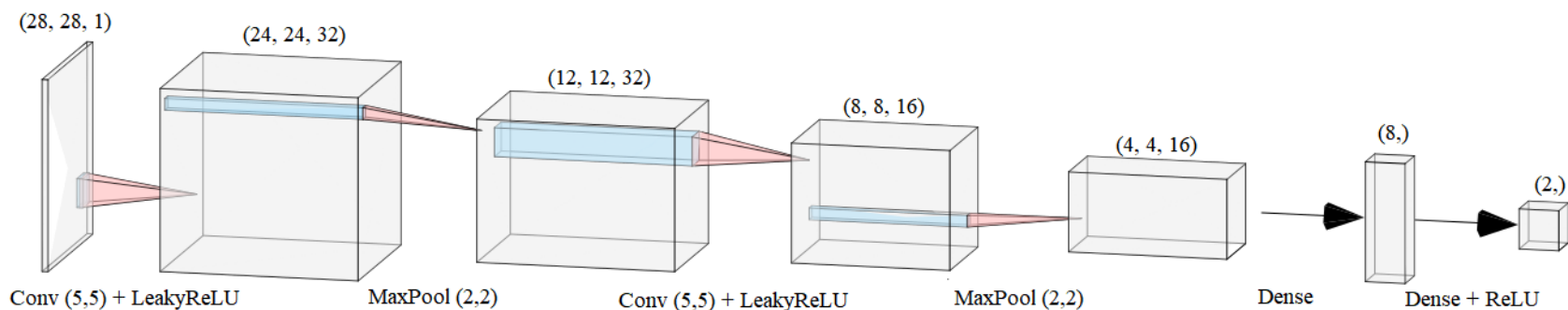
Рассмотренные автокодеры

- ▶ Глубокий сверточный (Convolutional AE)
 - ▶ Вариационный (VAE)
 - ▶ Условный вариационный (CVAE)
 - ▶ Так называемый “Sliced Wasserstein Autoencoder” (SWAE)
-
- ▶ *Замечание:* стоит отметить, что все автокодеры сверточные для эффективной работы с изображениями.

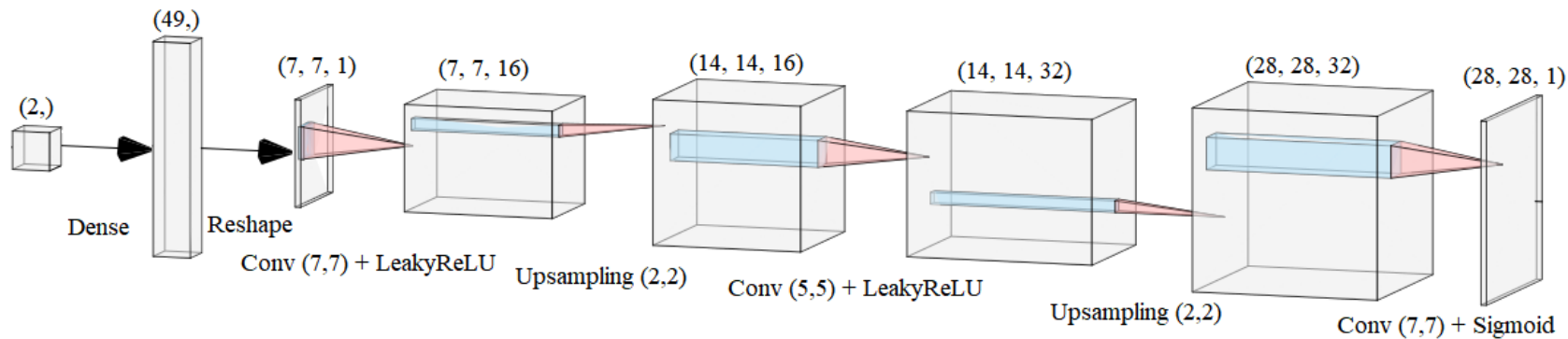
Глубокий сверточный автокодер

Архитектура:

Энкодер:

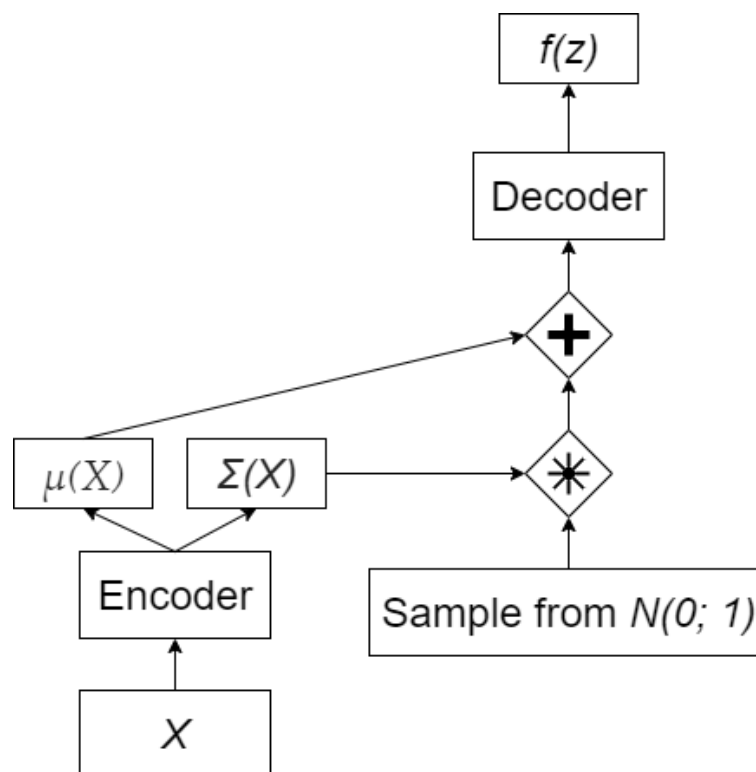


Декодер:



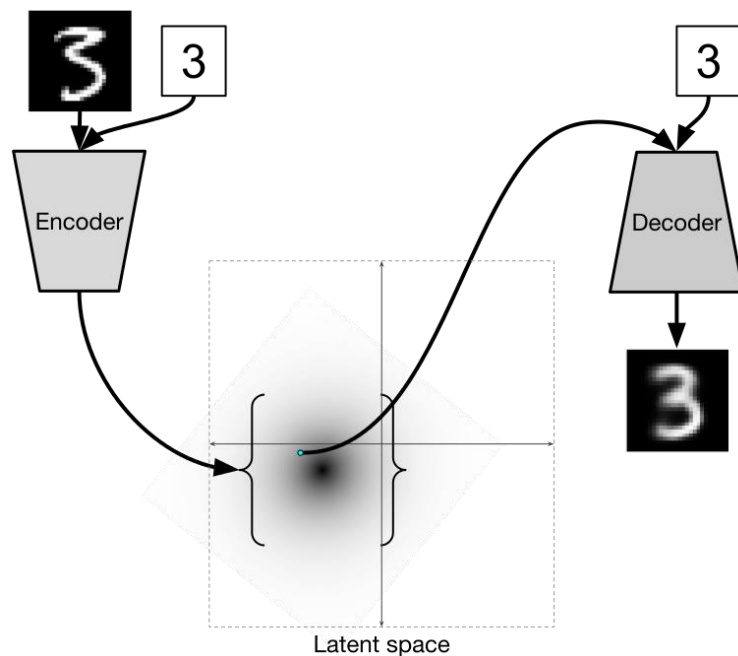
Вариационный автокодер (VAE)

- Архитектура такая же, как и у глубокого сверточного автокодера. Отличается схема обучения:



Условный вариационный автокодер (CVAE)

- Архитектура и схема обучения такая же, как у вариационного автокодера, но на вход помимо самой картинки еще передается ее лейбл (к какому классу относится картинка).

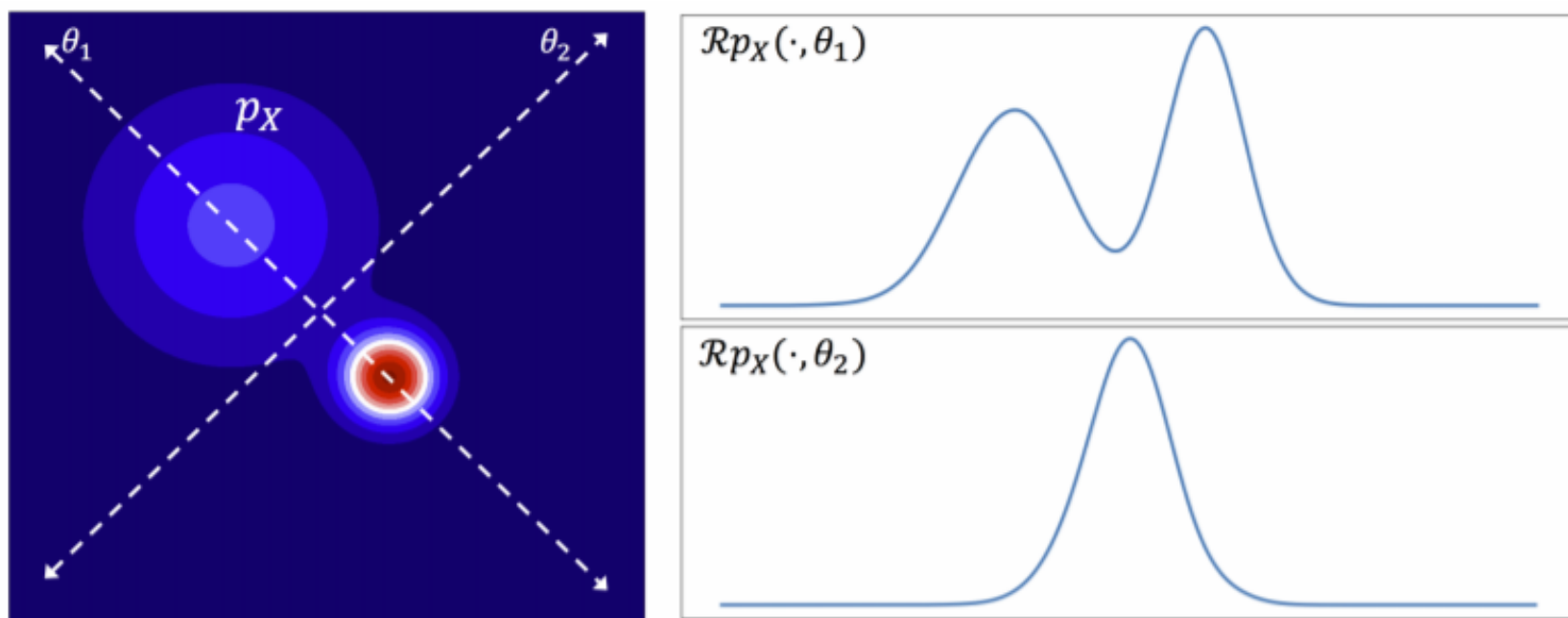


Sliced Wasserstein Autoencoder (SWAE)

- ▶ Архитектура такая же, как у глубокого сверточного автокодера. Отличается схема обучения.
- ▶ Расстояние Вассерштейна (Wasserstein Distance)
- ▶ Sliced Wasserstein Distance – разбиваем два n -мерных распределений на множество одномерных и сравниваем их друг с другом, используя Wasserstein Distance для одномерного случая

Sliced Wasserstein Distance

- ▶ Пример разделения двумерного распределения на два одномерных.



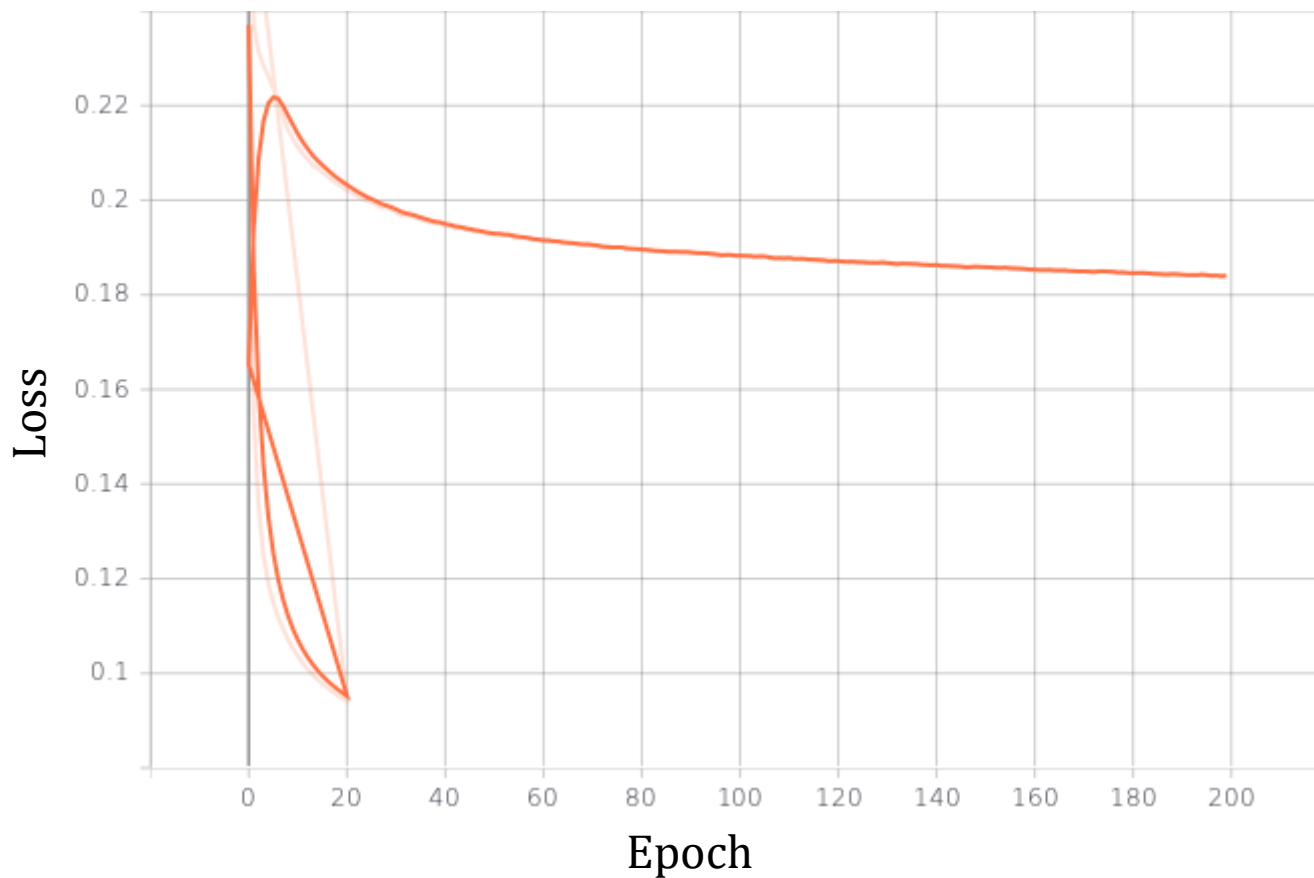
- ▶ $\mathcal{R}_{p_X}(t; \theta) = \int_X p_X(x) \delta(t - \theta x) dx, \forall \theta \in \mathbb{S}^{d-1}, \forall t \in \mathbb{R}$

Процесс обучения

- ▶ Обучение всех автокодировщиков происходило с использованием библиотеки *Keras*.
- ▶ Гиперпараметры:
 - ▶ Количество эпох – 200
 - ▶ Размерность скрытого пространства – 2
 - ▶ Была выбрана именно такая размерность для корректного отображения многообразия скрытого пространства
 - ▶ Датасет – рукописные цифры MNIST

Результаты обучения

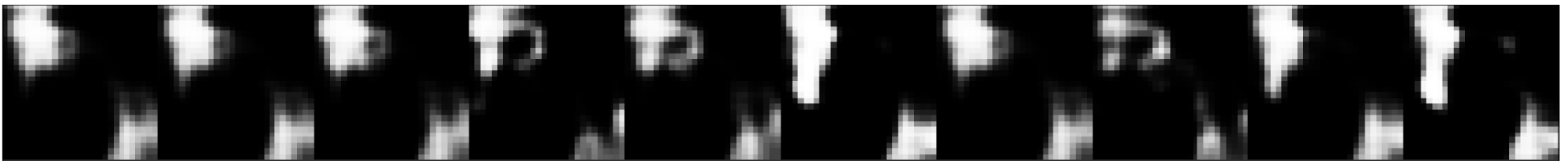
- ▶ Глубокий сверточный автокодер
 - ▶ График функции потерь



Результаты обучения

- ▶ Глубокий сверточный автокодер

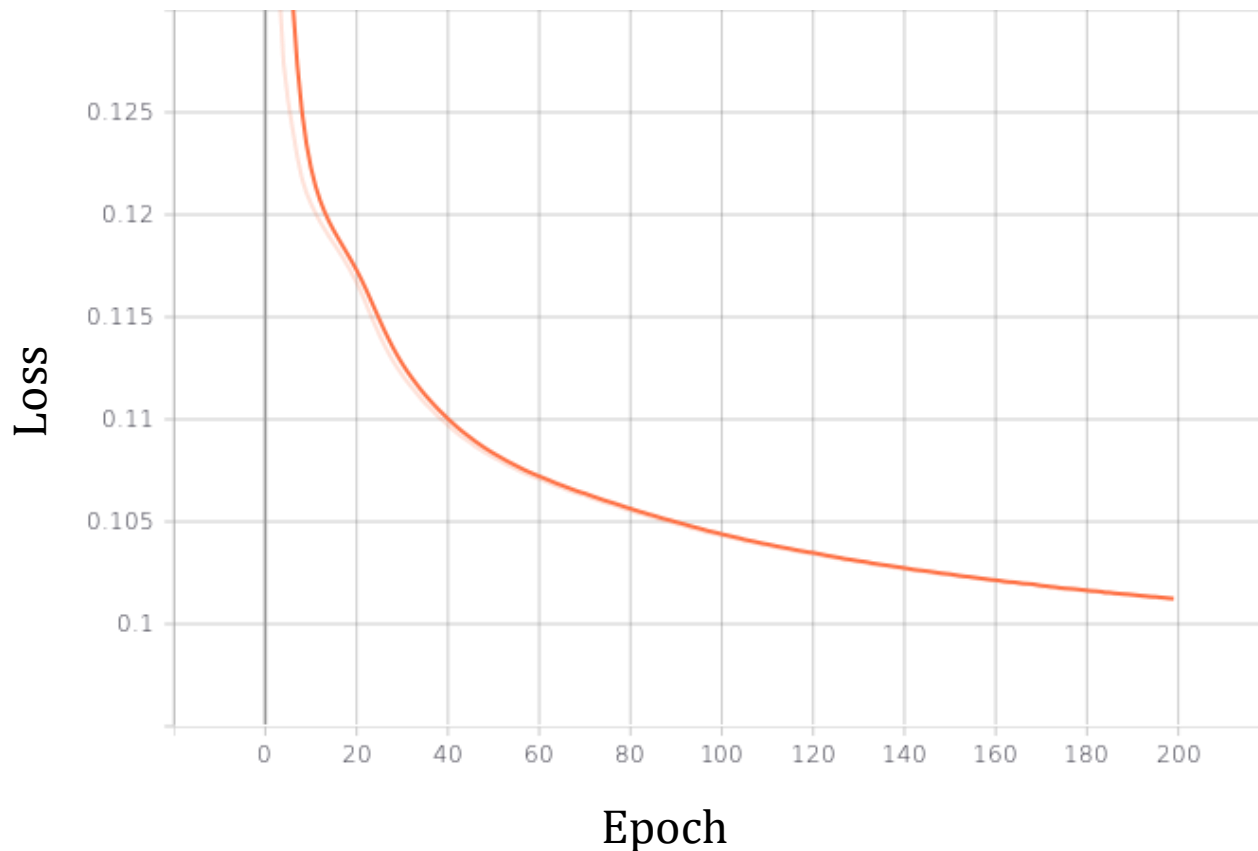
- ▶ Выход декодера при подаче ему рандомного нормально сгенеренного кода



- ▶ Что-то непонятное

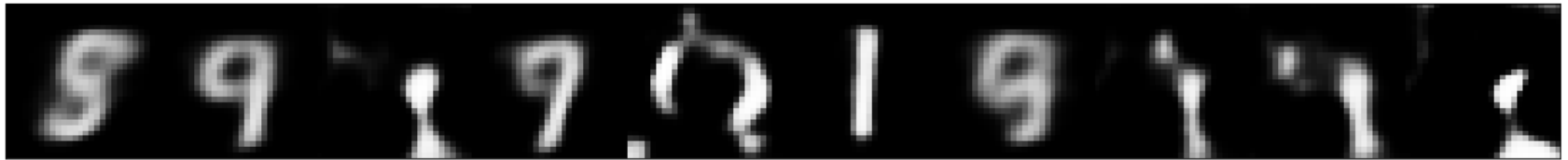
Результаты обучения

- ▶ Вариационный автокодер (VAE)
 - ▶ График функции потерь



Результаты обучения

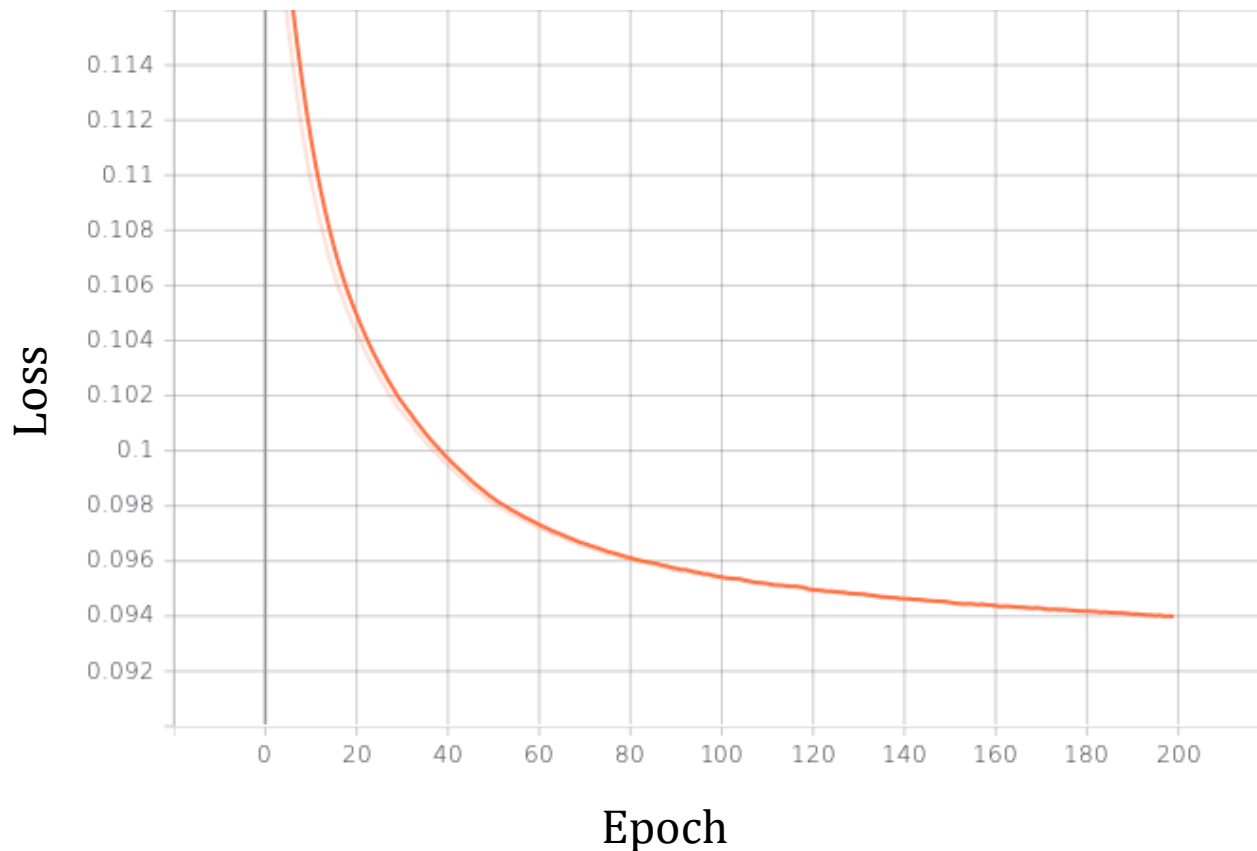
- ▶ Вариационный автокодер (VAE)
 - ▶ Выход декодера при подаче ему рандомного нормально сгенеренного кода



- ▶ Проглядываются какие-то очертания, но все равно что-то непонятное

Результаты обучения

- ▶ Условный вариационный автокодер (CVAE)
 - ▶ График функции потерь



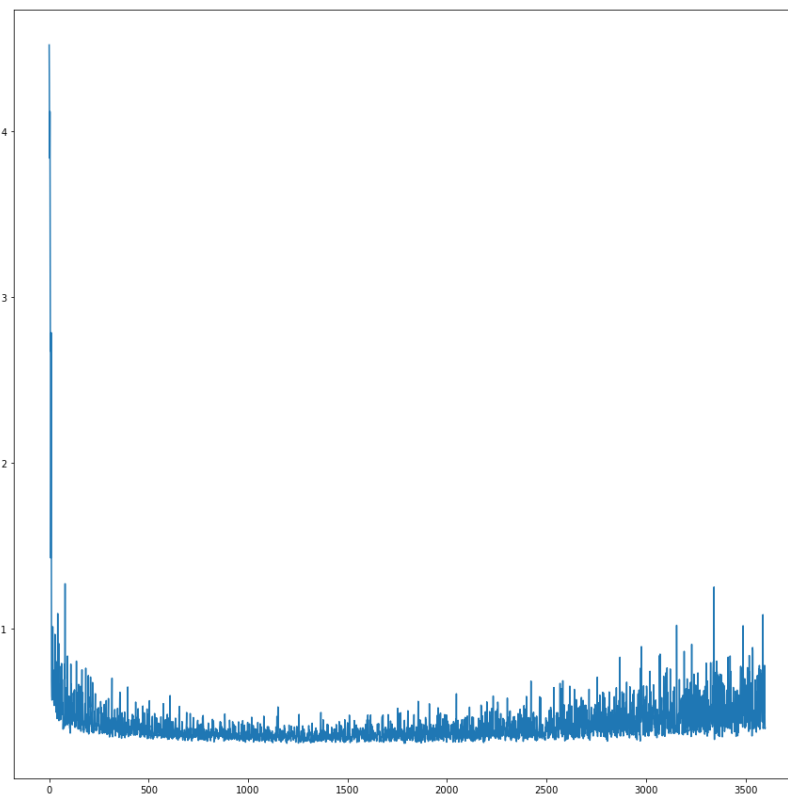
Результаты обучения

- ▶ Условный вариационный автокодер (CVAE)
 - ▶ Выход декодера при подаче ему случайного нормально сгенерированного кода и номера цифры от 0 до 9



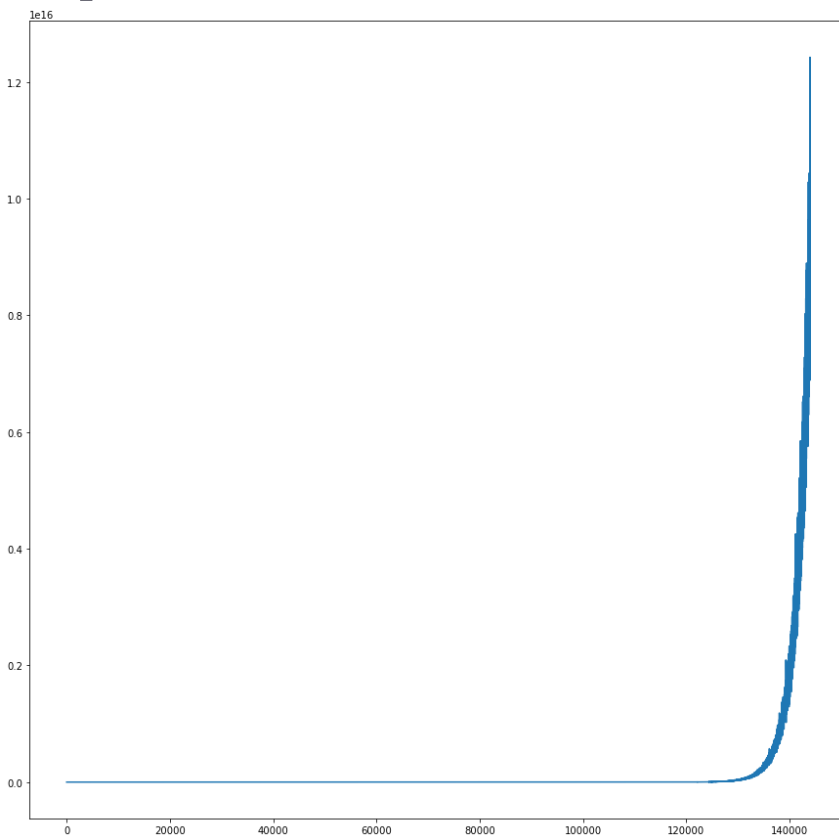
Результаты обучения

- ▶ Sliced Wasserstein Autoencoder (SWAE)
 - ▶ Размерность скрытого пространства - 2



Результаты обучения

- ▶ Sliced Wasserstein Autoencoder (SWAE)
 - ▶ Размерность скрытого пространства - 100

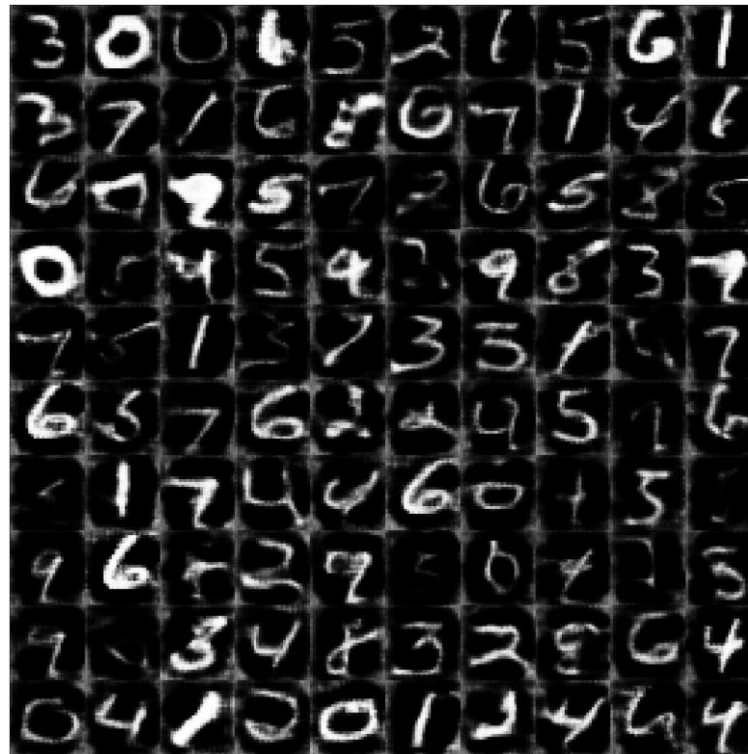


Комбинация декодера и ГСС

- ▶ Основная идея – использовать предобученный декодер как генератор в ГСС.
- ▶ Рассмотренные ГСС:
 - ▶ Глубокая сверточная ГСС (DCGAN)
 - ▶ Улучшенная версия Вассерштейн ГСС (WGAN-GP)

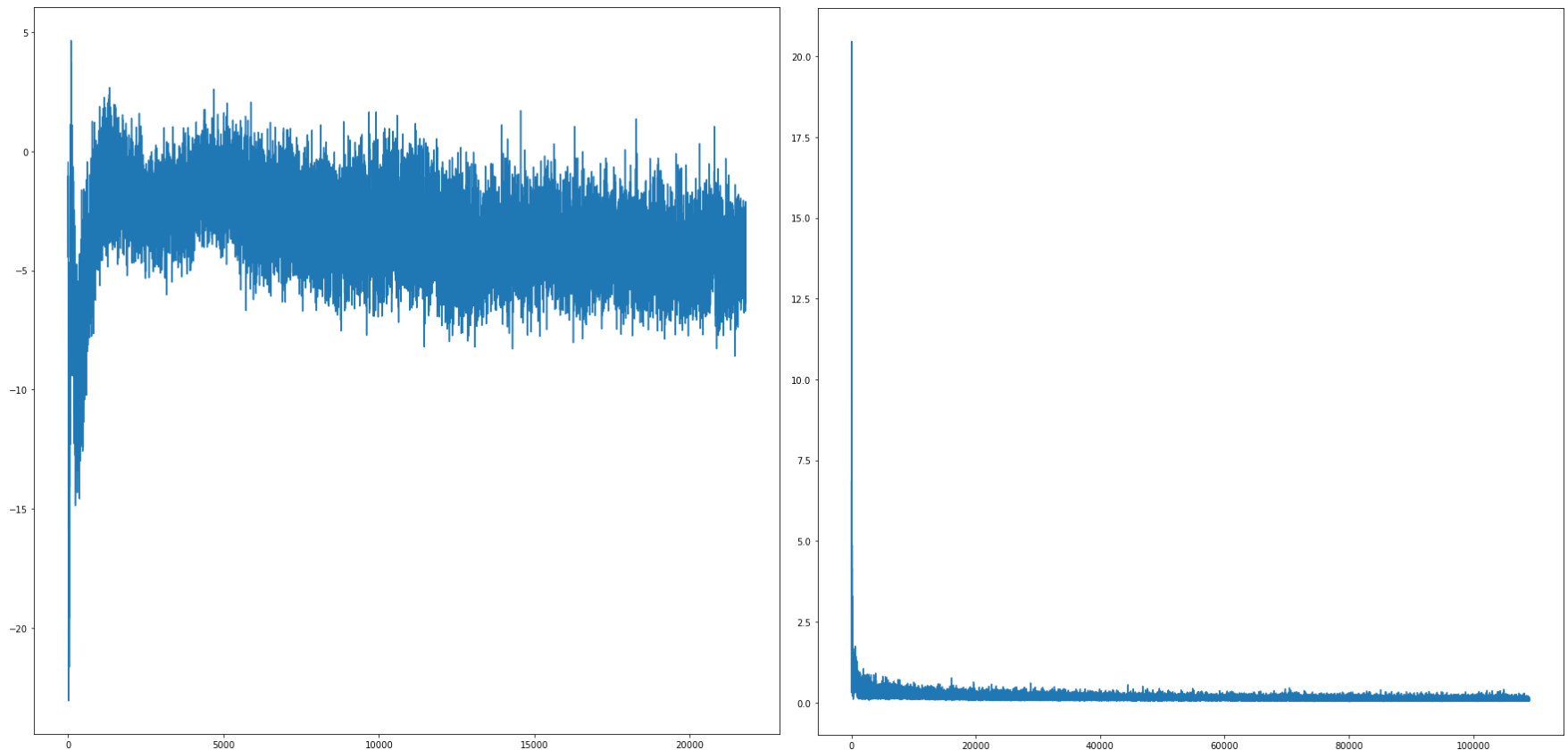
WGAN-GP

- ▶ Гиперпараметры обучения:
 - ▶ Количество эпох обучения – 100
 - ▶ Размерность скрытого пространства – 100



WGAN-GP

- ▶ Графики функций потерь генератора и дискриминатора (слева направо)

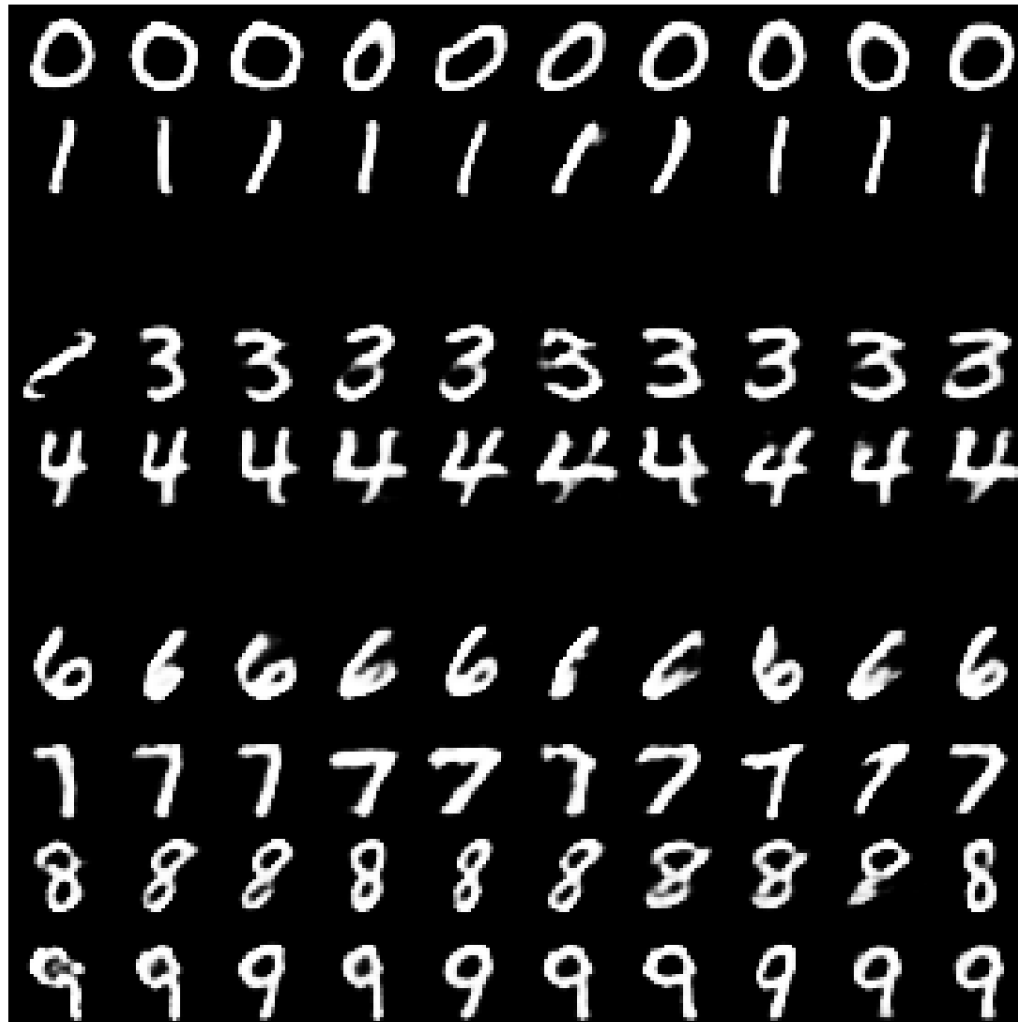


Результат обучения комбинации декодера CVAE и DCGAN



- Размерность скрытого пространства – 2
- Количество периодов обучения – 4000

Результат обучения комбинации декодера CVAE и DCGAN



- Размерность скрытого пространства – 49
- Количество периодов обучения – 8000

Заключение и План работ

- ▶ Были опробованы разные варианты автокодиров
- ▶ Декодер был успешно внедрен в ГСС (в какой-то мере успешно)
- ▶ План работы на будущее
 - ▶ Использовать метрики (например MMD, FID) для проверки «качества» выходных изображений, так как на данный момент «валидация» осуществляется «на глаз»
 - ▶ Попробовать комбинации WAE + WGAN, CWAE + CWGAN, сравнить их
 - ▶ Собрать статистику по обучению автокодиров/ГСС