



ЦЕНТР  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ  
МГТУ им. Н.Э. Баумана

# Применение алгоритмов глубокого обучения к задачам шумопонижения изображений

Лаврентьев Василий Юрьевич



## Три этапа работы:

1

Подбор архитектуры, подбор параметров, функции активации, функции потерь

2

Обучение каждой из сетей с подобранными параметрами

3

Построение модели реального шума. Обучение сети на построенной модели

Показатели оценки:

PSNR – пиковое соотношение сигнал/шум

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{MAX_I^2}{MSE}$$

SSIM – индекс структурного сходства

$$SSIM(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + c_1)(2\sigma_{xy} + c_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + c_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c_2)}$$

### Архитектуры:

- Автоэнкодеры
- dnCNN
- Unet

### Функции активации:

- Relu
- LeakyRelu
- Gelu

### Функции потерь:

- Mean Absolute Error
- Mean Square Error
- Mix SSIM\_L2\*:

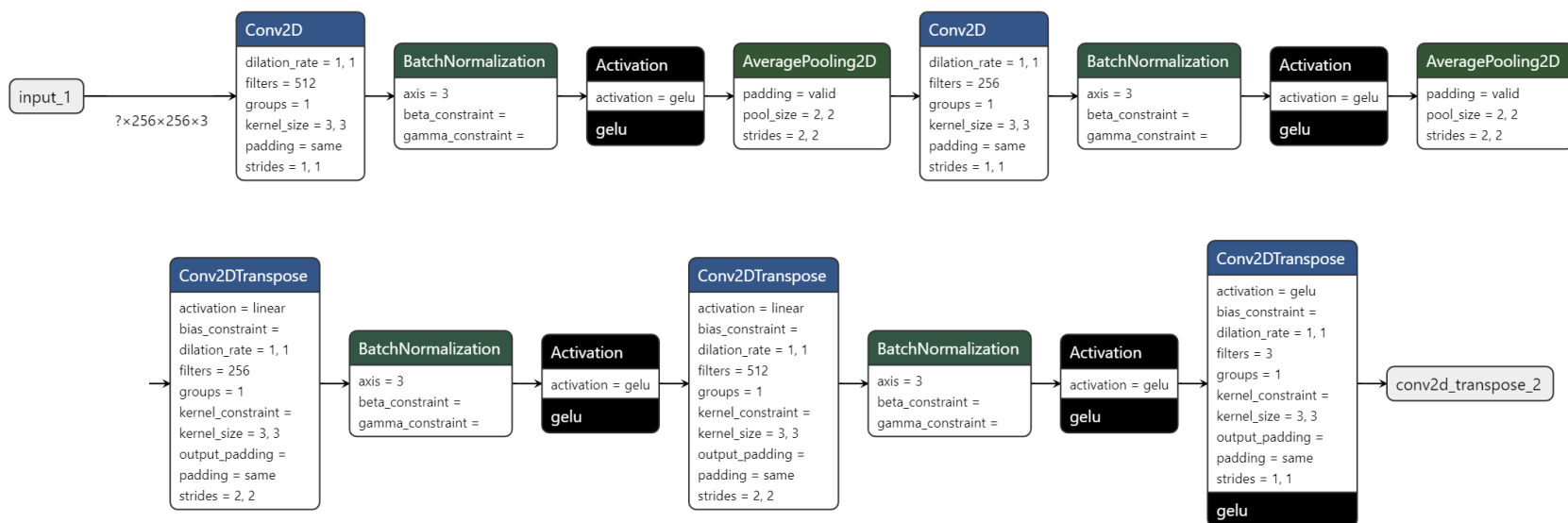
$$SSIM\_L2 = (1 - SSIM) + MSE$$

\* H. Zhao, O. Gallo, I. Frosio and J. Kautz. Loss Functions for Image Restoration With Neural Networks. 2017



# Автоэнкодер

PSNR – 22.71, SSIM – 0.67



## Архитектуры:

- Автоэнкодеры
- dnCNN
- Unet

## Функции активации:

- Relu
- LeakyRelu
- Gelu

## Функции потерь:

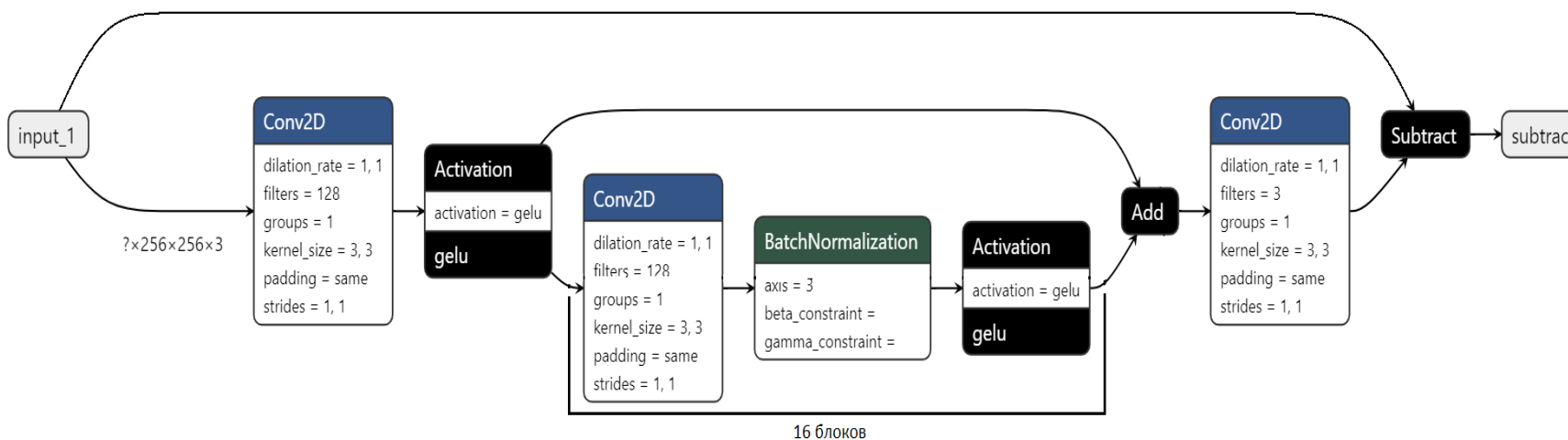
- Mean Absolute Error
- Mean Square Error
- Mix SSIM\_L2\*:

$$SSIM_{L2} = (1 - SSIM) + MSE$$

\* H. Zhao, O. Gallo, I. Frosio and J. Kautz. Loss Functions for Image Restoration With Neural Networks. 2017



# dnCNN, модификация dnCNN



## Архитектуры:

- Автоэнкодеры
- dnCNN
- Unet

## Функции активации:

- Relu
- LeakyRelu
- Gelu

## Функции потерь:

- Mean Absolute Error
- Mean Square Error
- Mix SSIM\_L2\*:

$$SSIM\_L2 = (1 - SSIM) + MSE$$

\* H. Zhao, O. Gallo, I. Frosio and J. Kautz. Loss Functions for Image Restoration With Neural Networks. 2017



ЦЕНТР  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ  
МГТУ им. Н.Э. Баумана

# Unet

## Архитектуры:

- Автоэнкодеры
- dnCNN
- Unet

## Функции активации:

- Relu
- LeakyRelu
- Gelu

## Функции потерь:

- Mean Absolute Error
- Mean Square Error
- Mix SSIM\_L2\*:

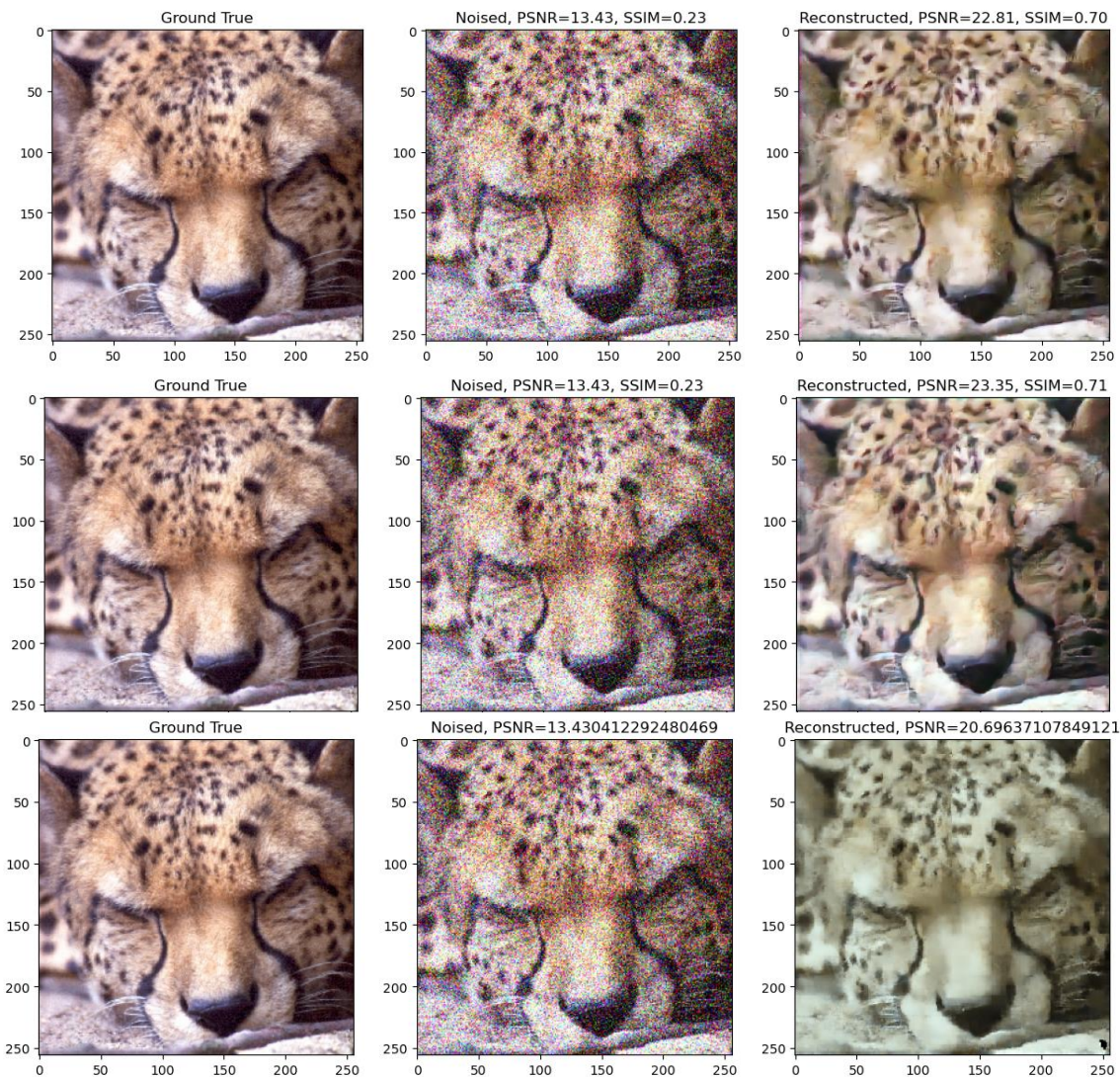
$$SSIM\_L2 = (1 - SSIM) + MSE$$

\* H. Zhao, O. Gallo, I. Frosio and J. Kautz. Loss Functions for Image Restoration With Neural Networks. 2017





# Результаты первого этапа

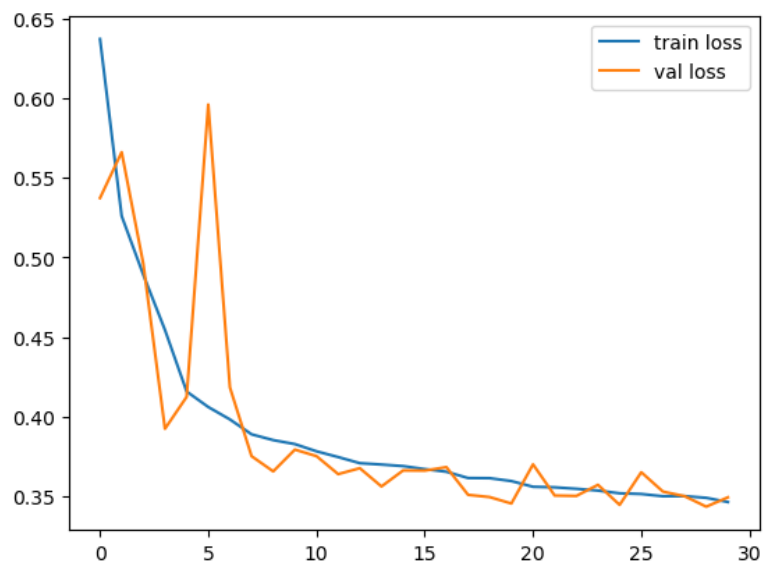


Архитектура	Loss function	Результат после 30 эпох			Примечание
		loss	PSNR	SSIM	
AE	Adamax, mae	loss: 0.0474 - val_loss: 0.0552	22.99	0.62	
	Adamax, mse	loss: 0.0045 - val_loss: 0.0050	23.53	0.64	
	Adamax, ssim+l2	loss: 0.3076 - val_loss: 0.3303	23.03	0.67	
dnCNN	Adamax, mae	loss: 0.0427 - val_loss: 0.0480	21.93	0.67	
	Adamax, mse	loss: 0.0035 - val_loss: 0.0060	24.34	0.69	
	Adamax, ssim+l2	loss: 0.4657 - val_loss: 0.4881	22.85	0.69	40 эпох
res dnCNN	Adamax, mae				
	Adamax, mse				
	Adamax, ssim+l2	loss: 0.2991 - val_loss: 0.3009	23.17	0.70	40 эпох
Unet	Adamax, mae	loss: 0.0525 - val_loss: 0.0517	23.10	0.62	40 эпох
	Adamax, mse	loss: 0.0056 - val_loss: 0.0053	23.19	0.61	
	Adamax, ssim+l2	loss: 1.3919 - val_loss: 1.4290	21.32	0.66	45 эпох, lr=0,001

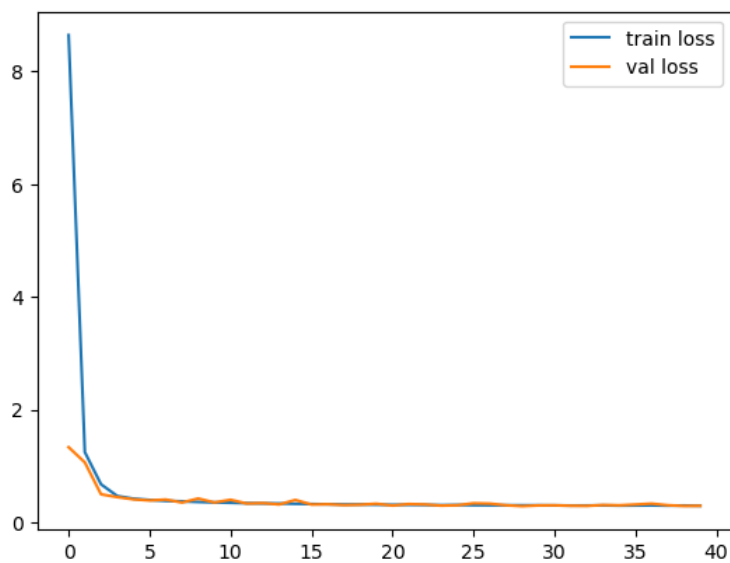


## Результаты второго этапа

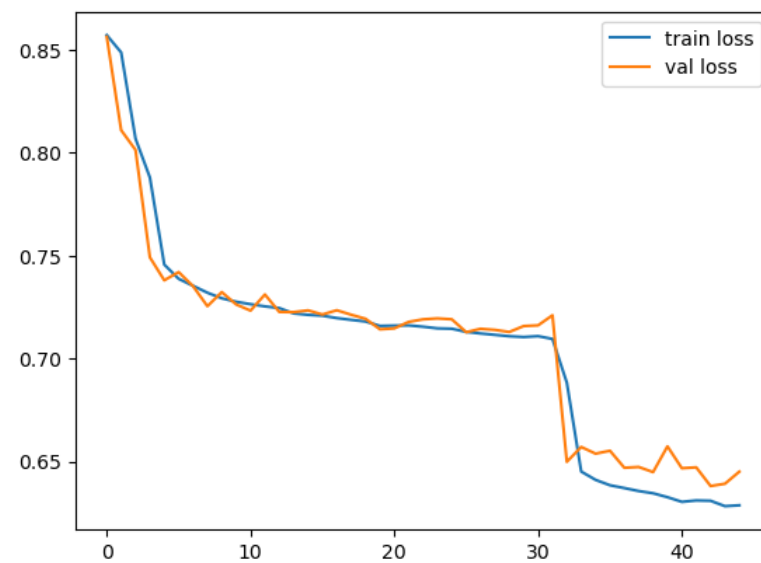
Архитектура	Число эпох	Лосс на конец обучения	обучение/тест		валидация	
			PSNR	SSIM	PSNR	SSIM
AE	30	loss: 0.3464 - val_loss: 0.3493	20,18	0,65	20,18	0,63
res dnCnn	40	loss: 0.2930 - val_loss: 0.2914	24,39	0,71	23,51	0,66
unet	45	loss: 0.6286 - val_loss: 0.6450	13,05	0,4	15,01	0,57



Автоэнкодер



Модификация dnCNN – res dnCNN



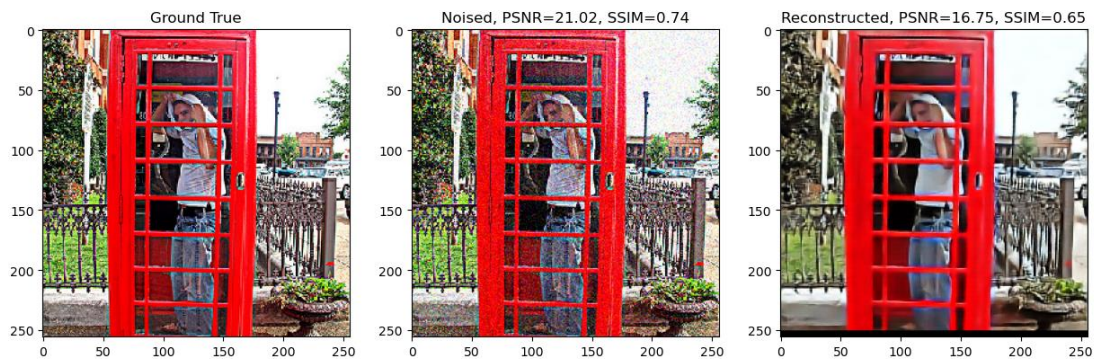
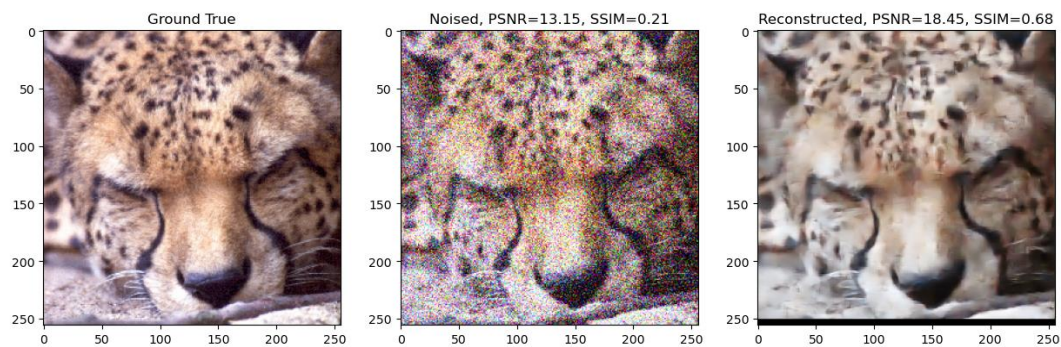
Unet



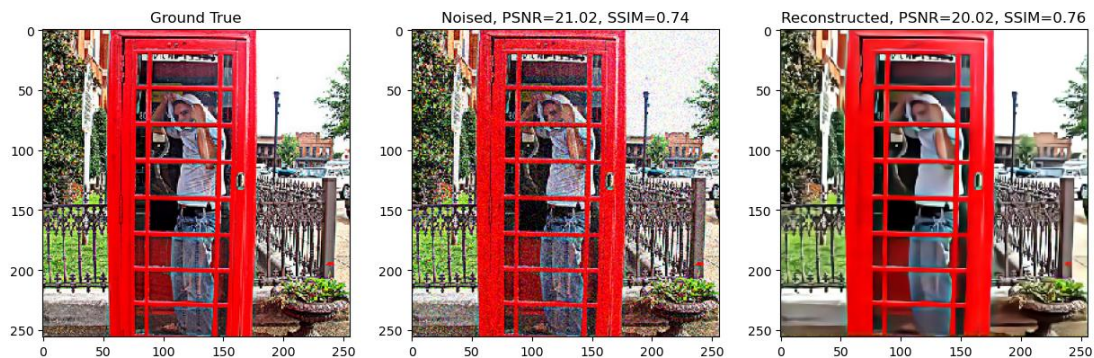
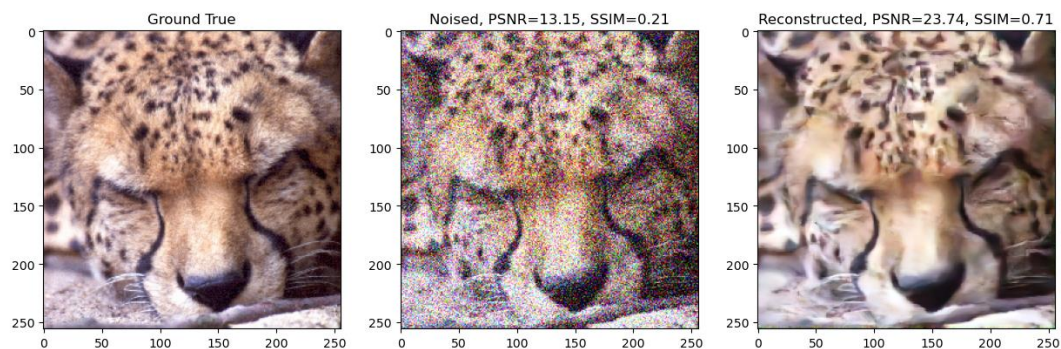


# Результаты второго этапа

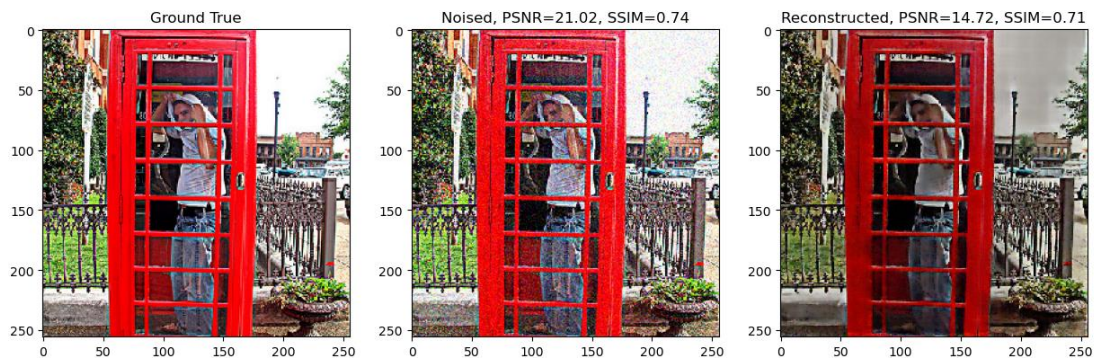
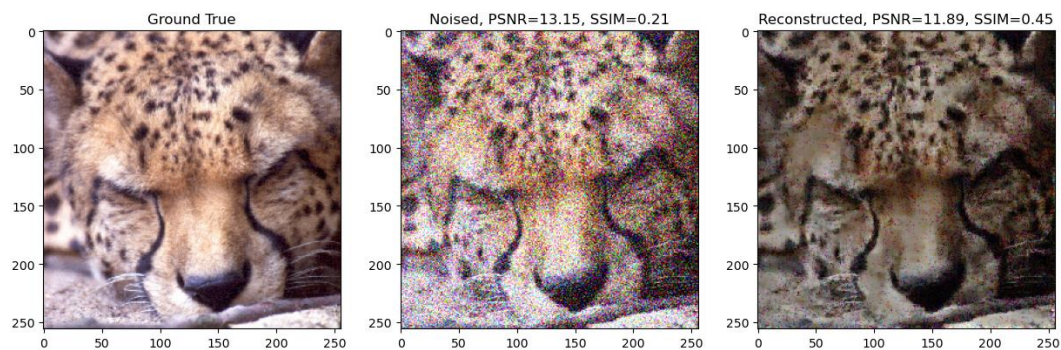
AE



Res dnCNN



Unet







### Построение модели реального шума

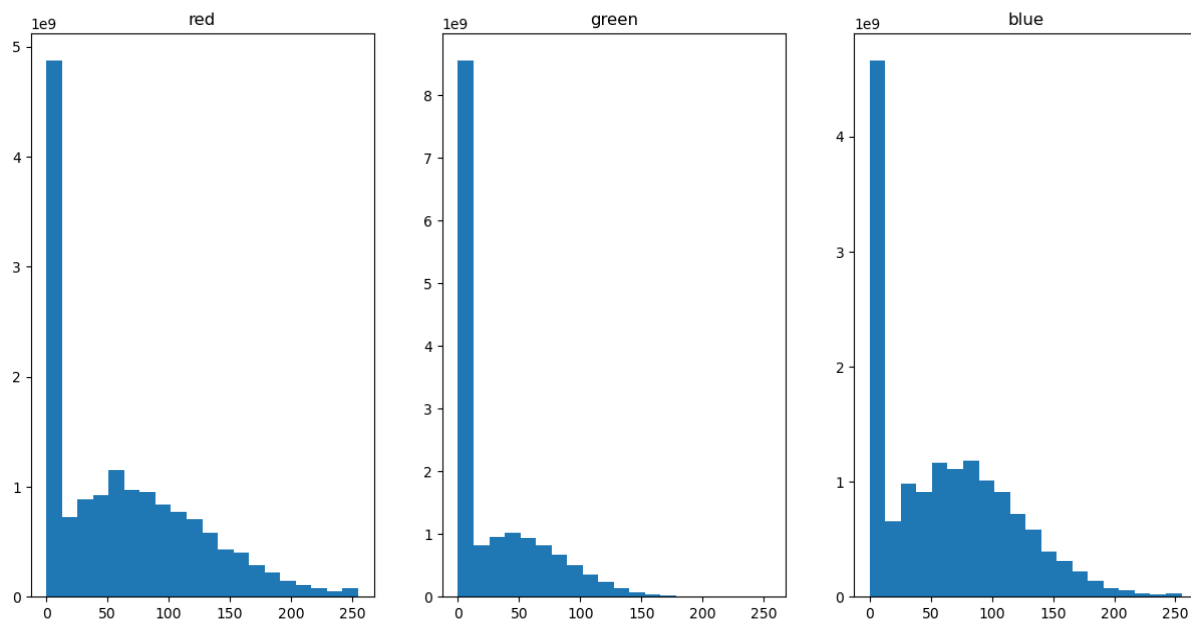
Идея: используя картину шума с реального сенсора цифровой камеры построить модель, на основе которой реализовать генератор и использовать его для формирования зашумленных изображений для обучения сети

- Подготовка исходных данных (Canon EOS R, 500 dark-снимков, 1/30", ISO 400, 640, 1000, 1200, 3200)
- Преобразование RAW в массивы numpy
- Анализ данных. Удаление выбросов
- Расчет частоты встречаемости каждого из значений интенсивности, расчет вероятностей для каждого из значений интенсивности -> модель распределения шума по интенсивностям пикселей в виде «вектор значений – вектор вероятностей»
- Построение генератора
- Применение генератора для формирования зашумленных изображений обучающей/тестовой и валидационной выборок.

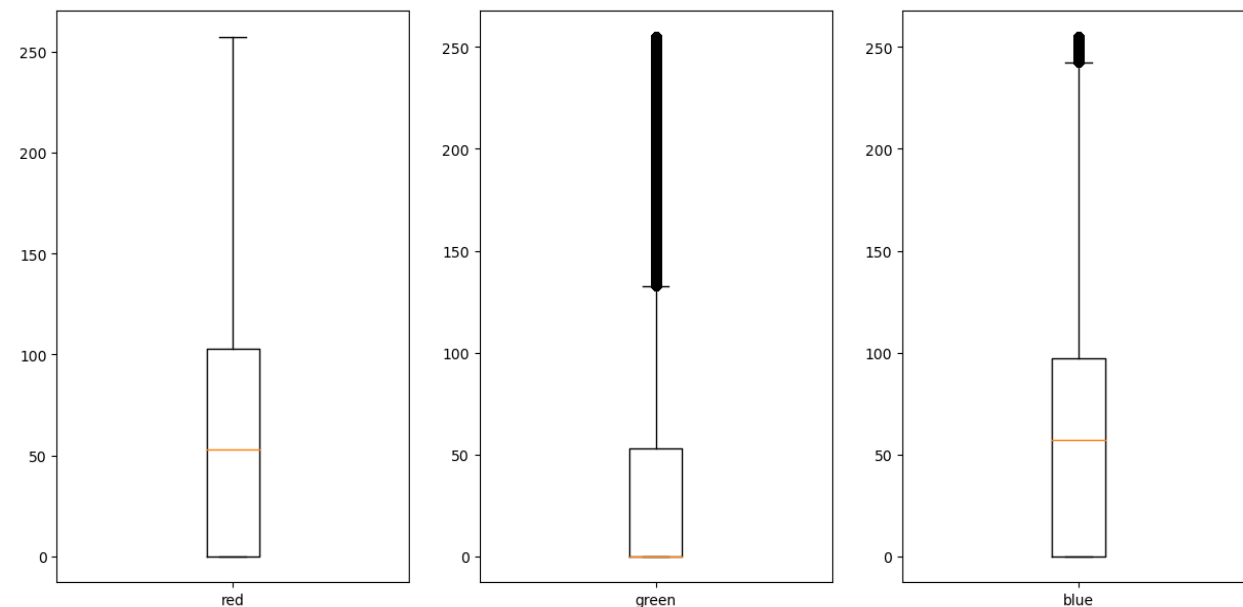


## Третий этап

### Построение модели реального шума



Поканальные гистограммы

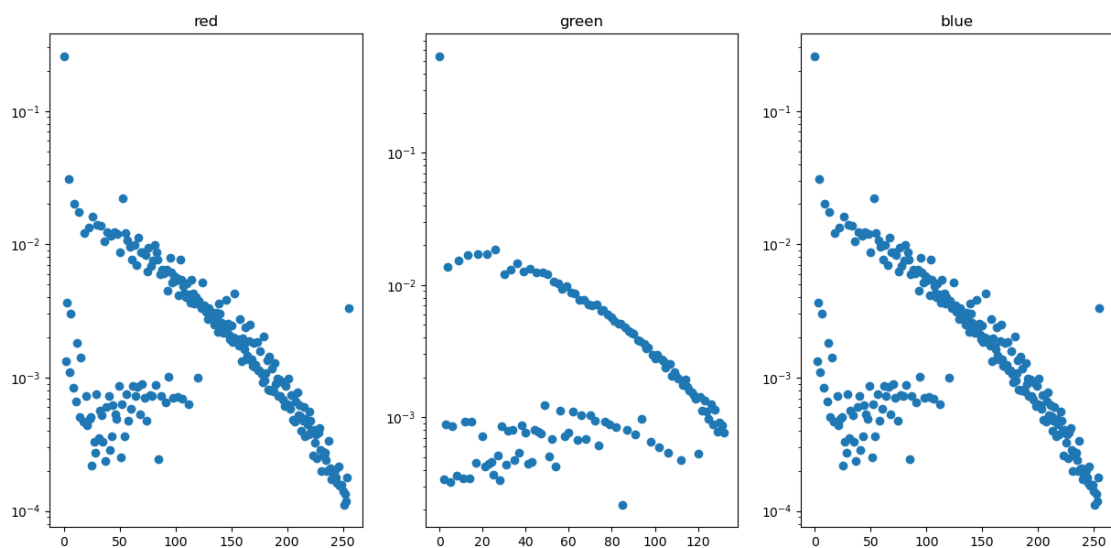


Поканальные boxplot

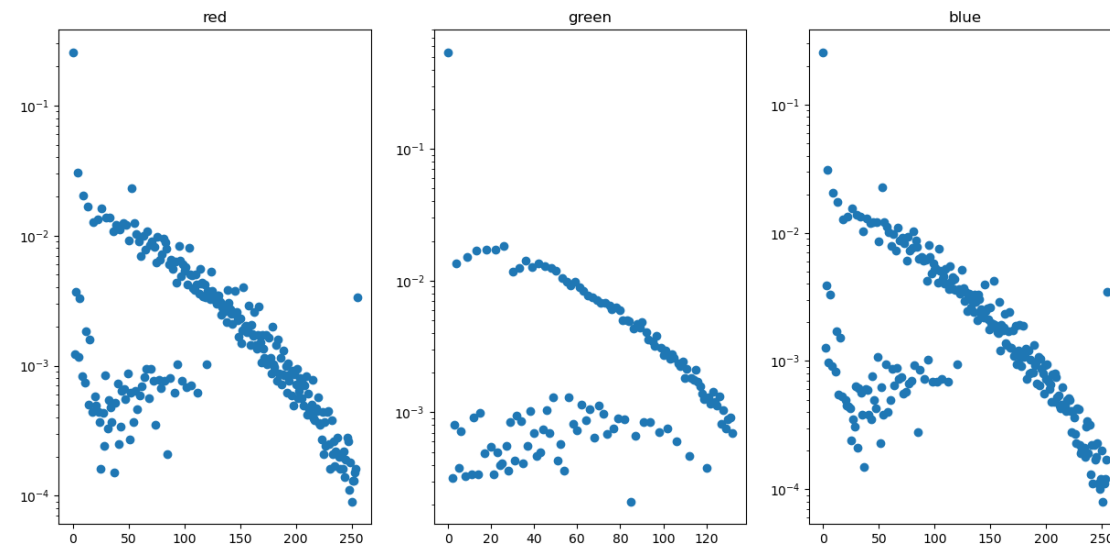


## Третий этап

### Построение модели реального шума



Интенсивность/вероятность для реального шума



Интенсивность/вероятность смоделированного  
шума

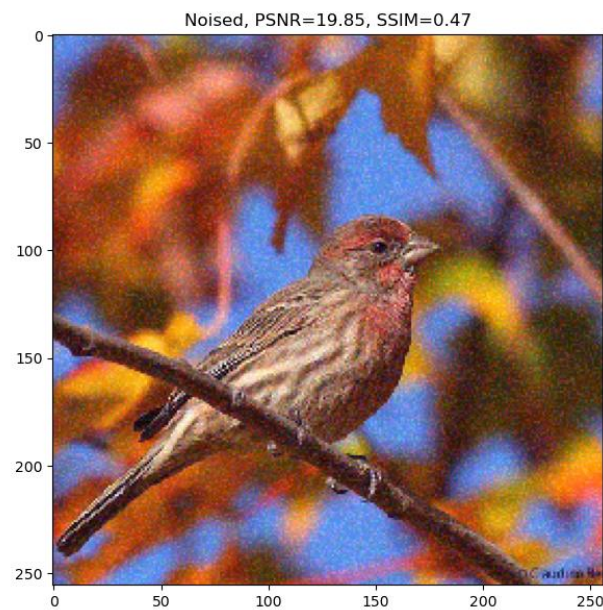
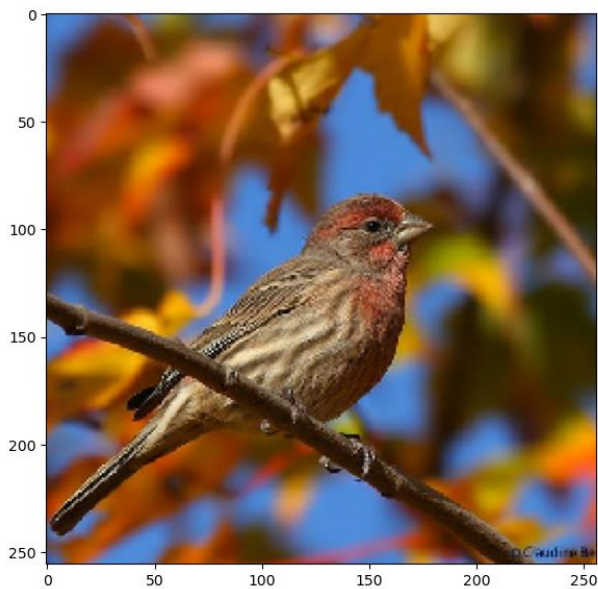




ЦЕНТР  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ  
МГТУ им. Н.Э. Баумана

## Третий этап

### Формирование зашумленных изображений





ЦЕНТР  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ  
МГТУ им. Н.Э. Баумана

## Третий этап

Обучение



ЦЕНТР  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ  
МГТУ им. Н.Э. Баумана

# Выводы

## Подзаголовок





ЦЕНТР  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ  
МГТУ им. Н.Э. Баумана



[do.bmstu.ru](https://do.bmstu.ru)