



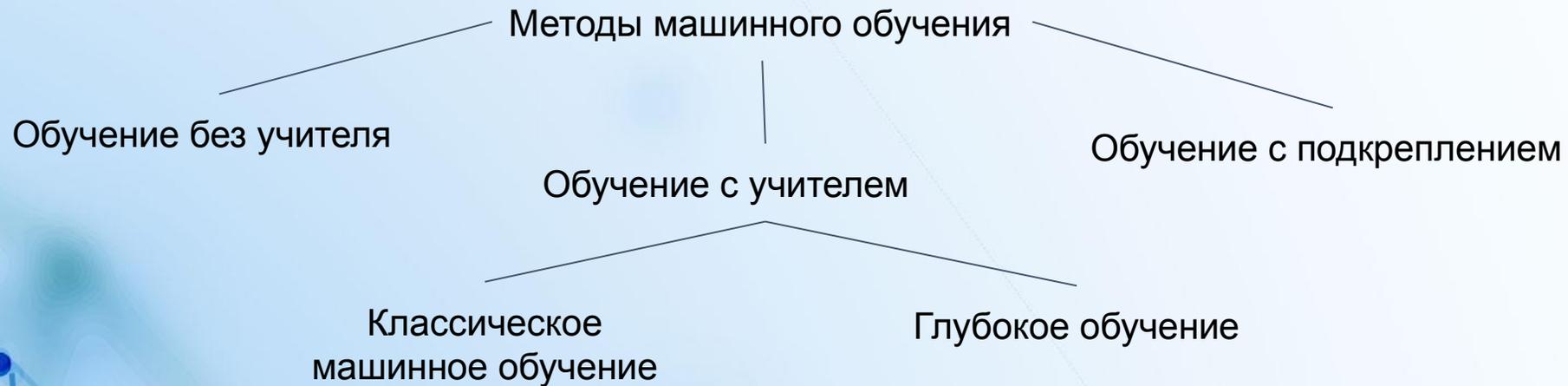
# Применение технологий машинного обучения для определения возраста по трехмерному КТ-изображению шейных позвонков

Валетов Д.К., Крамаренко В.К.  
Сеченовский Университет

[valetovdk@yandex.ru](mailto:valetovdk@yandex.ru)

# Машинное обучение

Машинное обучение: класс методов обучения-настройки инструментов статистического моделирования в целях предсказания наиболее вероятного значения на основе имеющихся данных.



# Предсказание возраста по КТ и МРТ снимкам

- Исследование возраста по МРТ мозга [1]
- Детектирование возраста по рентгеновским снимкам кисти [2]
- Установление возраста по позвонкам без использования нейросетей [3]

# Цель и задачи

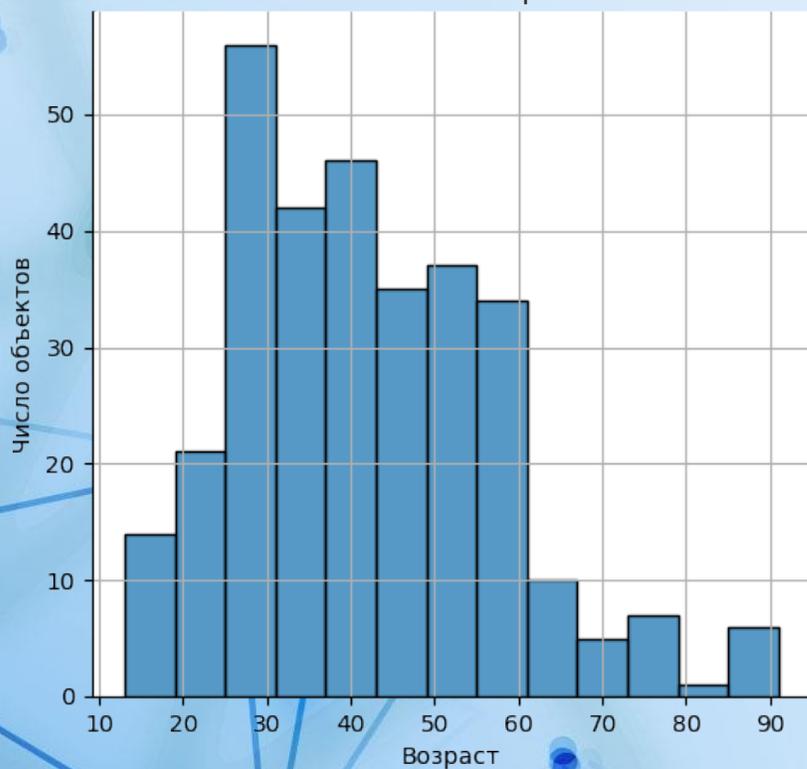
Цель: определение возраста объектов (предположительно с сильными повреждениями тела) по трехмерным КТ-снимкам черепа и шейного отделов позвоночника.

Задачи:

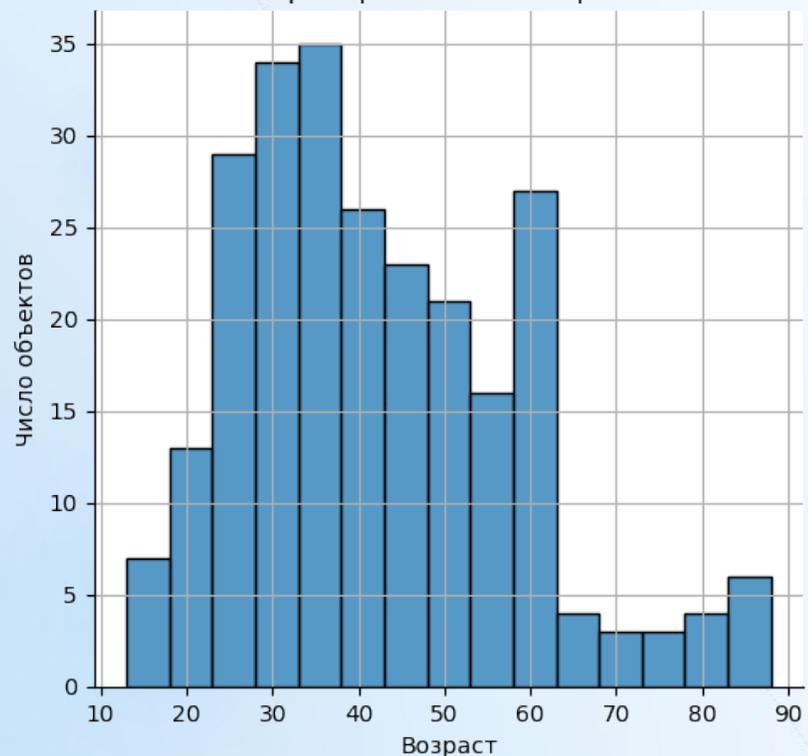
- Разметить датасет: интересные области с позвонками;
- Обучить нейросеть для определения нужных срезов в полной томографии - для автоматической вырезки параллелепипеда из полной томографии;
- Обучить нейросеть для предсказания возраста на основе вырезанного параллелепипеда из полной томографии.

# Данные

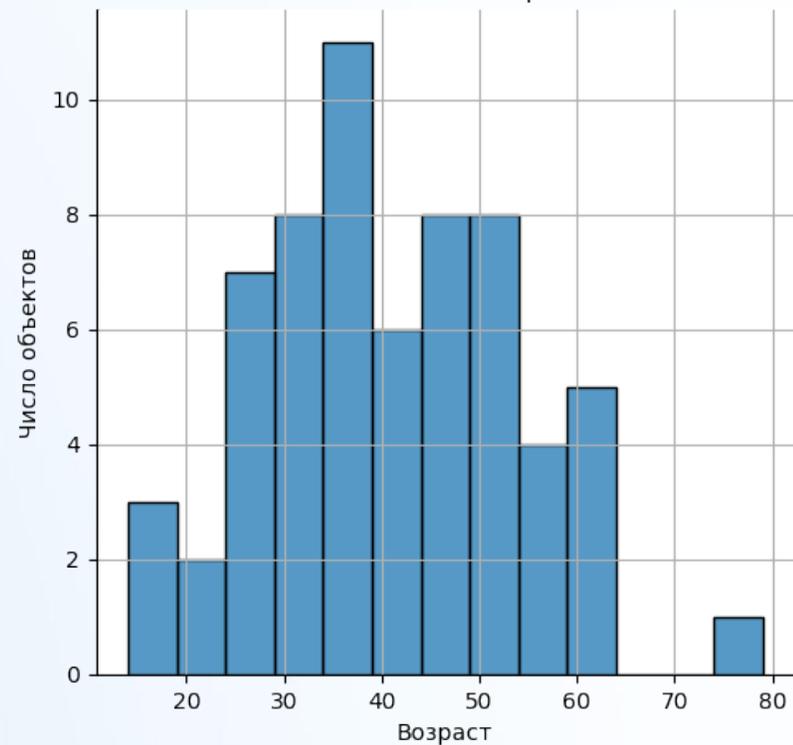
Полная выборка



Тренировочная выборка



Тестовая выборка



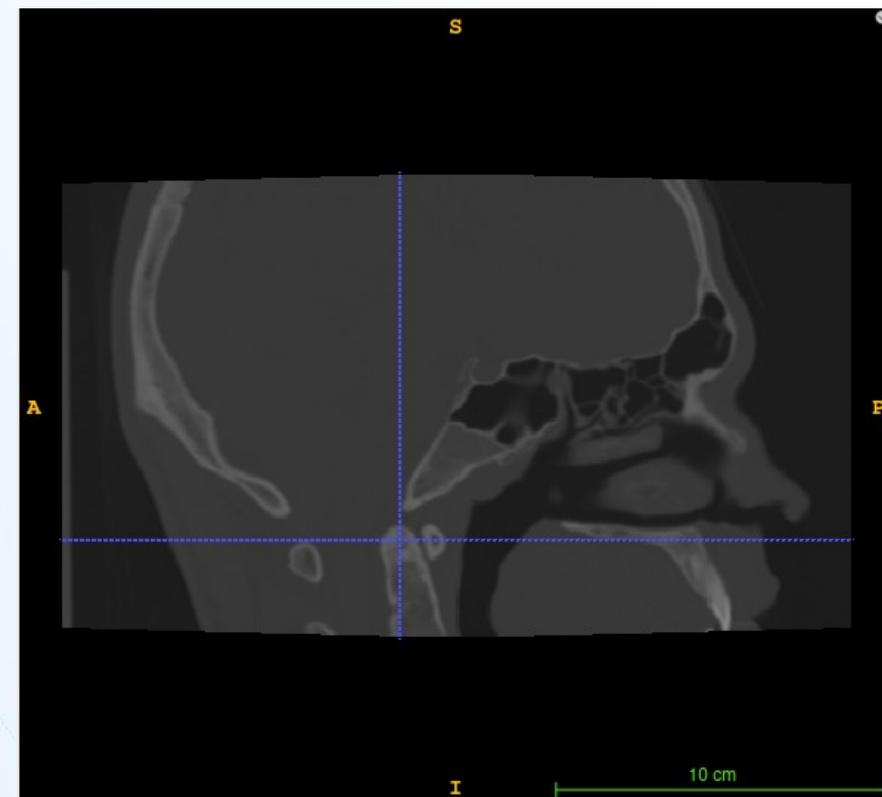
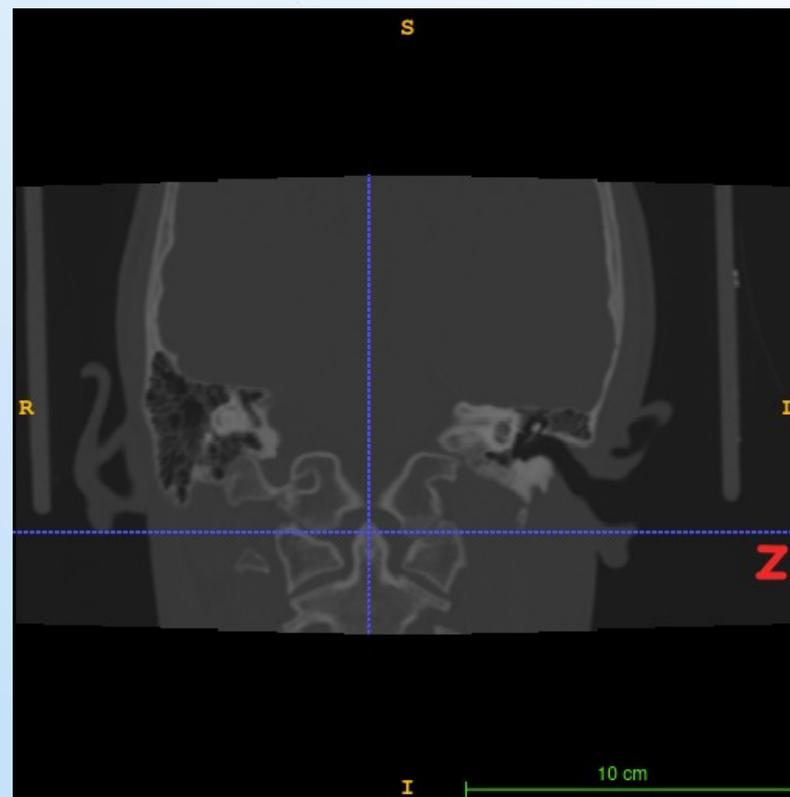
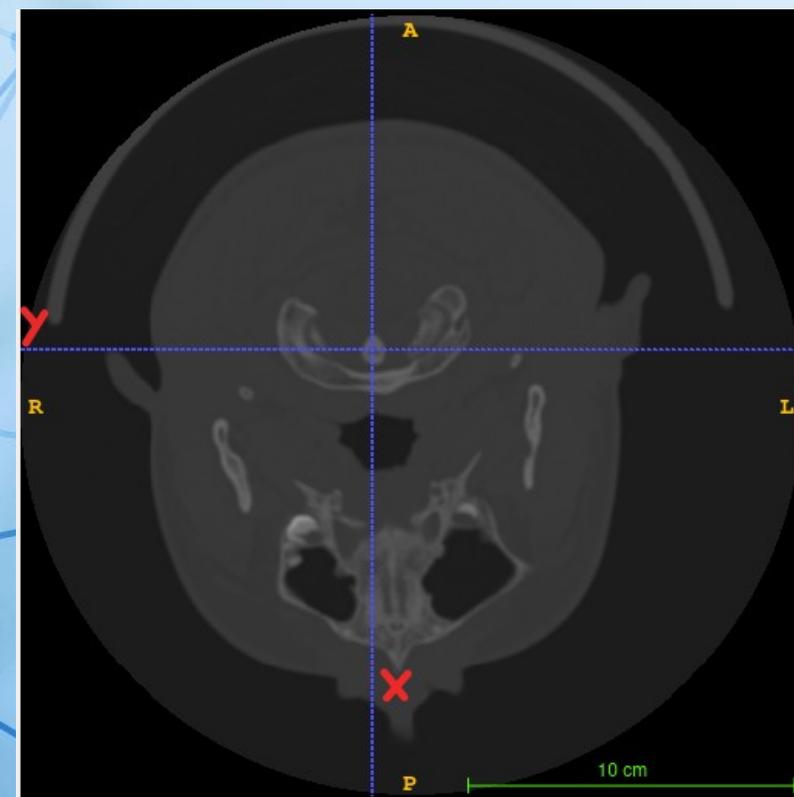
# Данные

B	C	D	E	F	G	H
Begin	End1vertebra	End2vertebra	Sex	Age	x_center	y_center
56	4	NONE	m	26	273	293
94	54		14 f	18	261	313
157	116		75 f	25	259	346
328	284	240	m	30	250	285
291	248	209	m	35	231	327
119	71	27	m	37	241	307
114	75	38	f	42	255	327
158	109	70	f	45	250	331
86	36	0	f	57	257	342
318	236	180	f	59	248	341
234	161	88	NONE	62	253	327
115	77	38	f	69	249	292
77	23	NONE	m	31	259	269
82	37		3 m	60	259	268
71	22	NONE	NONE	32	265	271
68	20	NONE	m	55	255	311
35	NONE	NONE	f	51	265	298
63	20	NONE	f	33	252	274
54	14	NONE	f	33	248	275
43	NONE	NONE	m	48	258	273
38	NONE	NONE	m	61	260	267
46	NONE	NONE	NONE	61	253	275
67	27	NONE	f	33	255	269
62	16	NONE	m	33	248	328
38	NONE	NONE	m	48	254	272
88	34	NONE	f	50	260	304

## Разметка:

- Begin - начало первого позвонка
- End1vertebra - нижняя граница по Z атланта
- End2vertebra - нижняя граница по Z осевого позвонка
- x\_center, y\_center - положение зуба осевого позвонка
- Age - возраст, целевое значение

# Разметка и подготовка данных

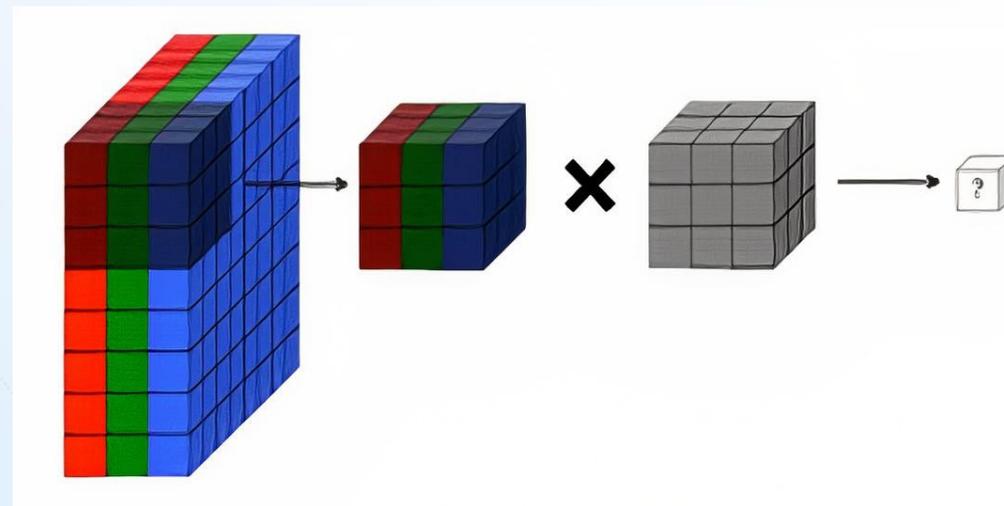
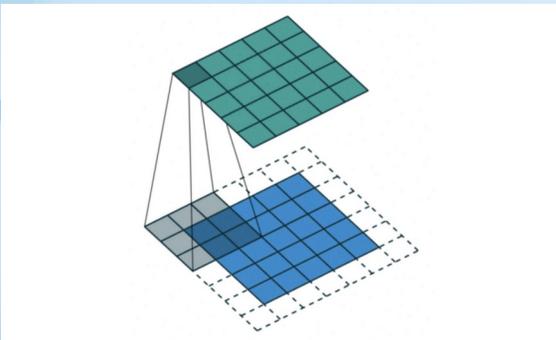


# Постановка задачи

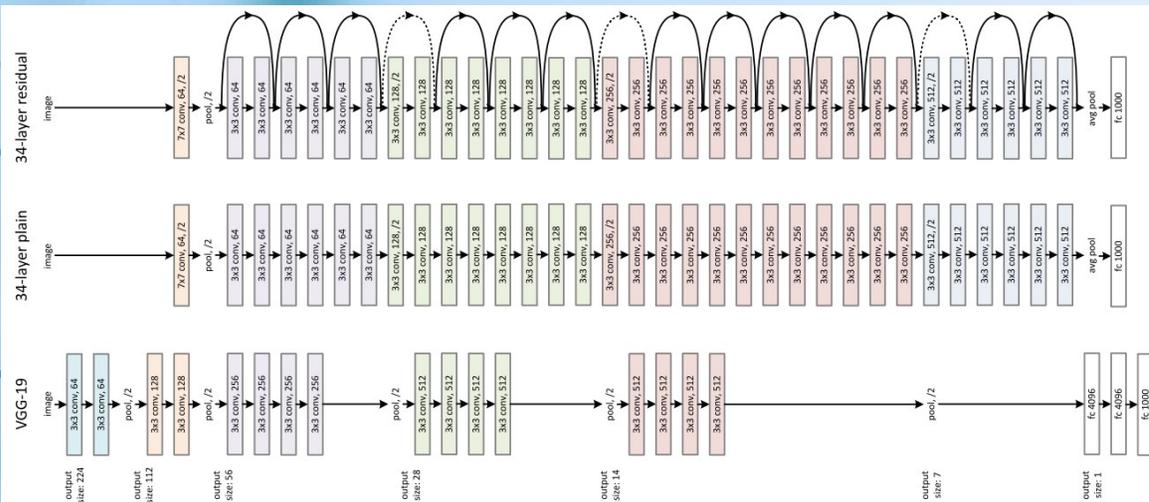
- Использовать трехмерные КТ-снимки черепа и шейного отделов позвоночника
- Для непосредственного предсказания использовать изображения первых двух позвонков (Атланта и Осевого)
- Возраст предсказывать с точностью до 10 лет
- Обеспечить устойчивость к неполным данным

# Этап первый

## Сверточные сети



## Resnet - как базовая архитектура для плоских изображений

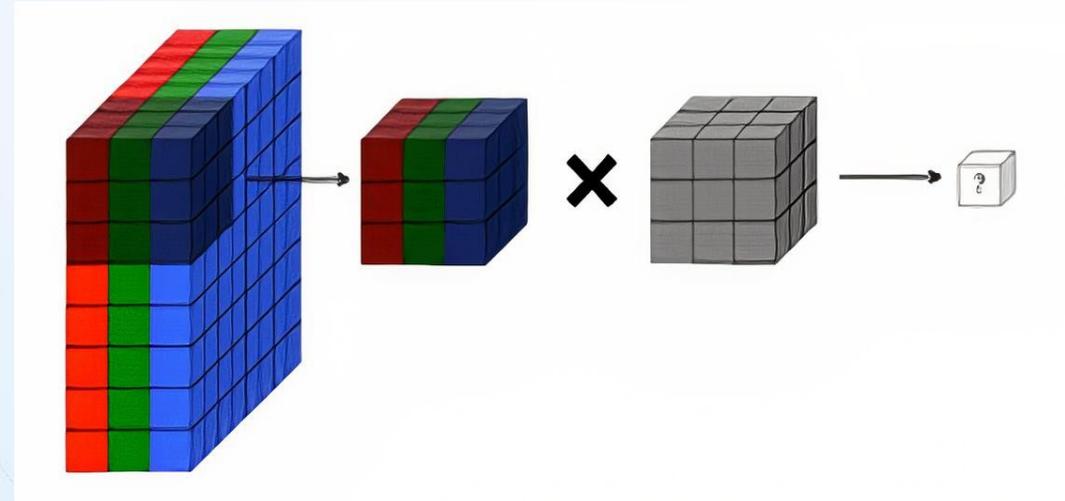
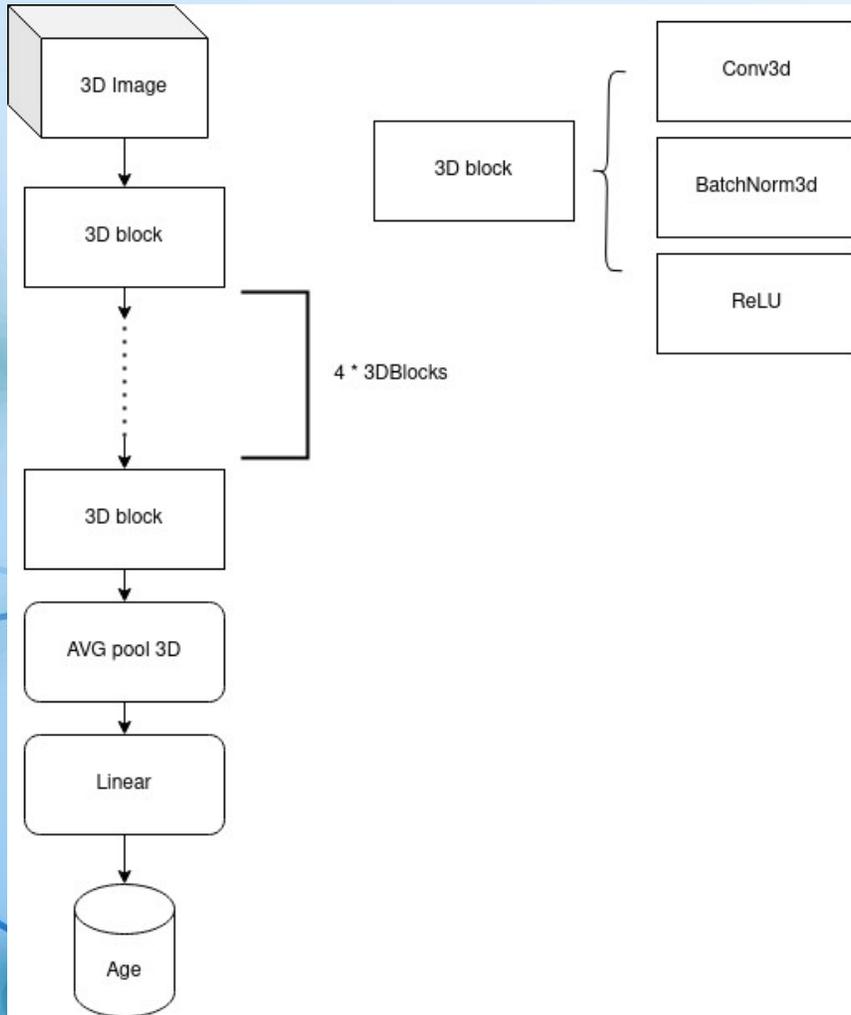


Цель: обнаруживать “интересные срезы” - все срезы по оси Z на которых имеются первые два позвонка и вертикальные срезы “влево-вправо” на 10-20 слоев от положения верхушки зуба.

Пост обработка:

1. Определяем медианы детекций по всем осям и вырезаем из КТ слои находящиеся в некотором заданном расстоянии от обнаруженного “медианного центра”.
2. Ресемпл на  $n^3$  куб для предсказания возраста 3D сверточной нейросетью.

# Этап второй

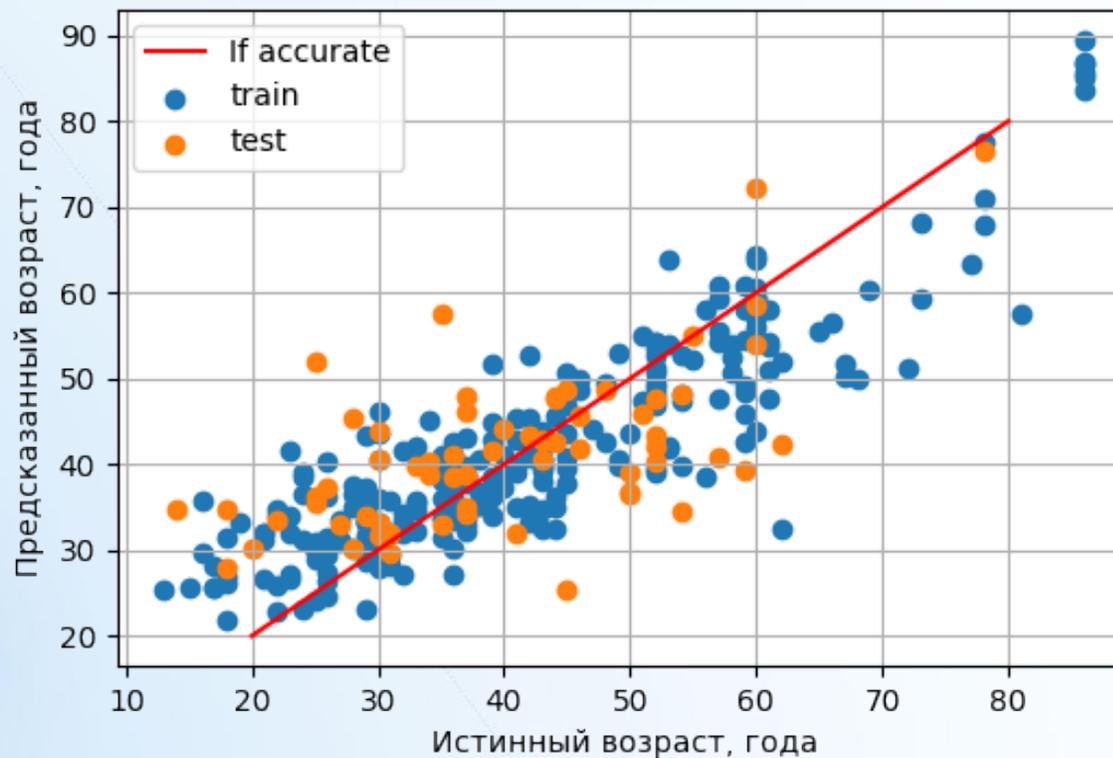


Цель: предсказать возраст на основе вырезанного и преобразованного в единый гиперкуб срезов КТ.

Для этого конструируем сетку из блоков 3д сверток с 1 выходом для регрессии.

# Результаты

Медианная абсолютная ошибки  
на обучающей выборке: 4.3  
на тестовой выборке: 6.2



# Литература

[1] Sheng, He & Pereira, Diana & Perez, Juan & Gollub, Randy & Murphy, Shawn & Prabhu, Sanjay & Pienaar, Rudolph & Robertson, Richard & Grant, Patricia & Ou, Yangming. (2021). Multi-channel Attention-Fusion Neural Network for Brain Age Estimation: Accuracy, Generality, and Interpretation with 16,705 Healthy MRIs across Lifespan. *Medical Image Analysis*. 72. 102091. [10.1016/j.media.2021.102091](https://doi.org/10.1016/j.media.2021.102091).

[2] Torres Figueroa, Felipe & Salinas-Miranda, Emmanuel & Sarmiento, María & Triana, Gustavo & Arbelaez, Pablo. (2017). Bone age detection via carpogram analysis using convolutional neural networks. 45. [10.1117/12.2285949](https://doi.org/10.1117/12.2285949).

[3] Ковалев А. В., Аметрин М. Д., Золотенкова Г. В., Герасимов А. Н., Горностаев Д. В., Полетаева М. П. Судебно-медицинское установление возраста по КТ-сканограммам черепа и краниовертебральной области в сагиттальной проекции. *Судебно-медицинская экспертиза*. 2018;61(1):21-27. <https://doi.org/10.17116/sudmed201861121-27>

[4] Tan M., Le Q. Efficientnet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks //International Conference on Machine Learning. - PMLR, 2019. - С. 6105-6114. <https://arxiv.org/abs/1905.11946#>