



Научно учебная группа  
«Цифровые методы в неврологии»

20 января 2023 г.

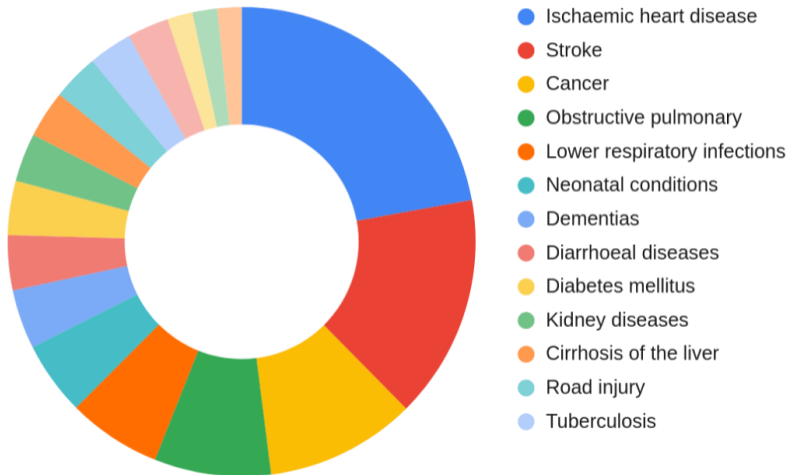
# Концепт системы определения этиологии и патогенеза острого нарушения мозгового кровообращения

Кирилл Собянин

[hse.ru/staff/ksobyanin](https://hse.ru/staff/ksobyanin)

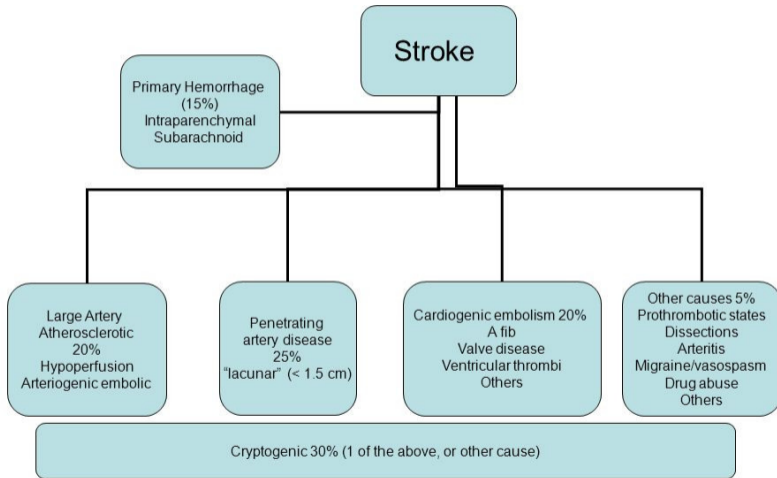


## Ведущие причины смертности в мире по данным ВОЗ на 2019



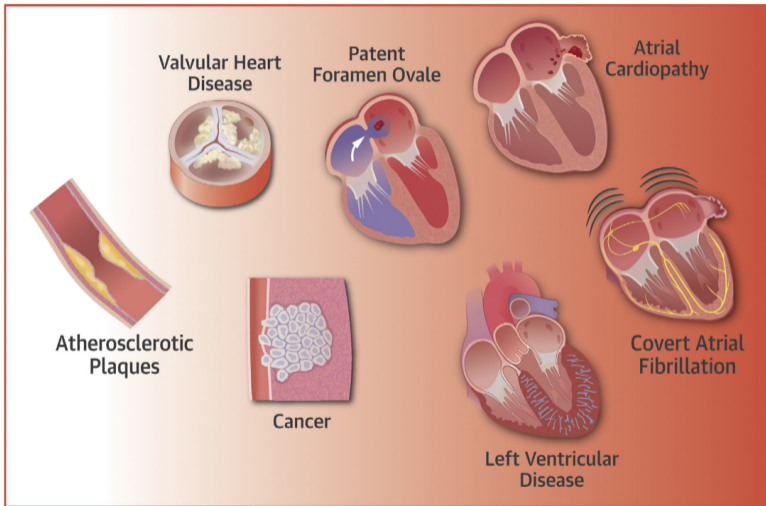


## Патофизиология инсульта





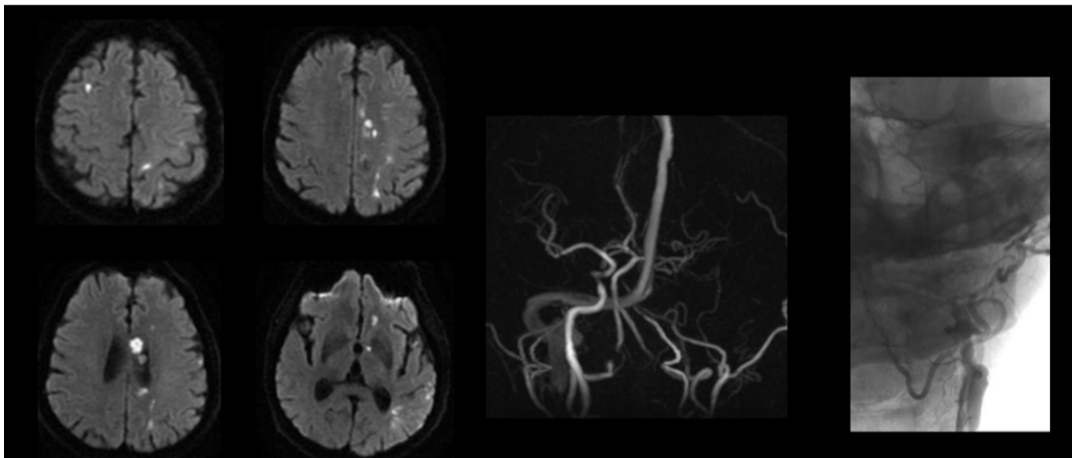
## Возможные источники криптогенных инсультов



Ntaios, G. J Am Coll Cardiol. 2020;75(3):333-40.

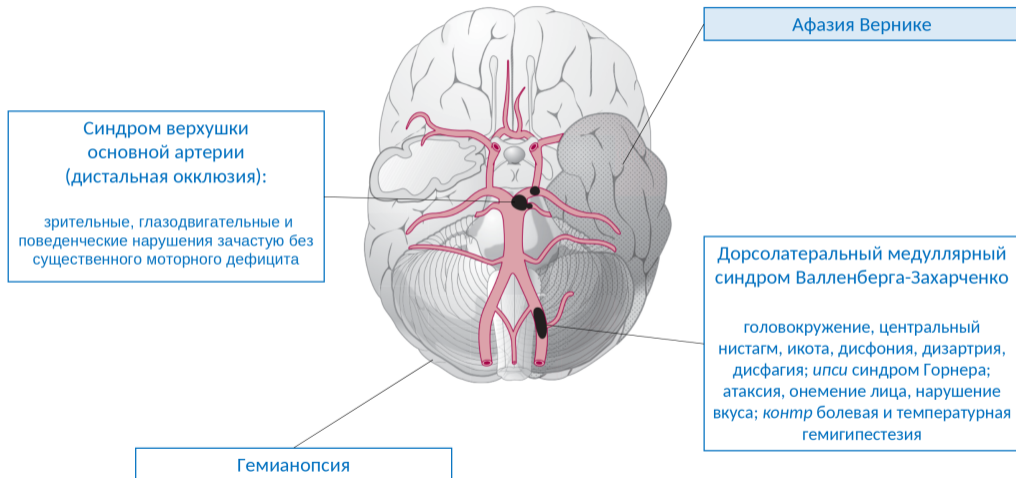


## Атеротромботический подтип





## Кардиоэмболический подтип

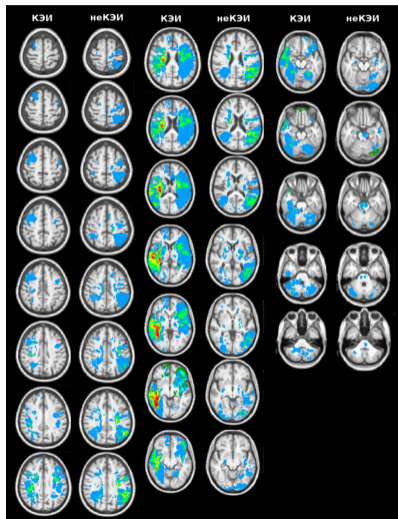




## Влияние поражение островка на подтип инсульта

В силу особенностей ангиоархитектоники при КЭИ часто поражается островок

*Кулеш А. А. и др. Роль поражения островковой коры в определении патогенетического подтипа ишемического инсульта // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. – 2022. – Т. 14. – №. 2. – С. 11-17.*





## Распространённые виды томографии

### 1. Компьютерная томография (КТ):

- используется для визуализации сосудов
- не всегда виден очаг

### 2. MRT последовательности восстановления с инверсией (FLAIR):

- лучшая различимость тканей
- видно старые очаги и проявления ЦБМС

### 3. Диффузионно-взвешенная МРТ (DWI):

- отражает плотность пролегания трактов
- выделяются свежие очаги

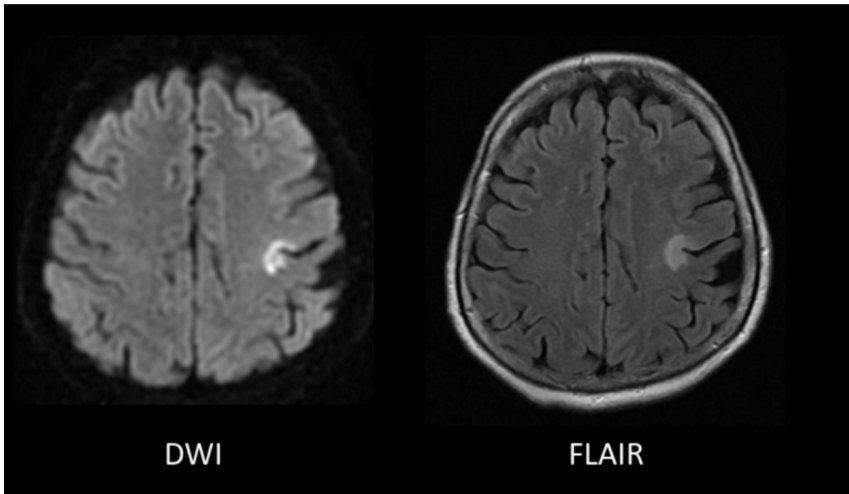


КТ





# DWI, FLAIR





## Достижения глубокого обучения



Chihuahua



Komondor



Labradoole



## Исследования зрительной коры кошек

**Hubel & Wiesel,**

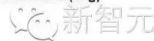
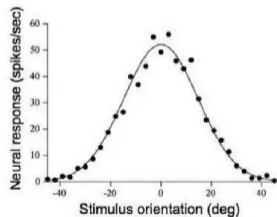
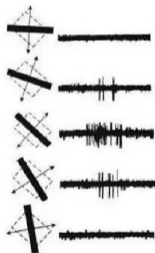
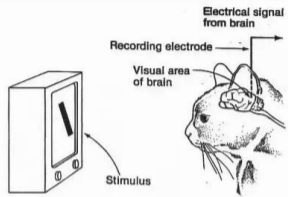
**1959**

RECEPTIVE FIELDS OF SINGLE  
NEURONES IN  
THE CAT'S STRIATE CORTEX

**1962**

RECEPTIVE FIELDS, BINOCULAR  
INTERACTION  
AND FUNCTIONAL ARCHITECTURE IN  
THE CAT'S VISUAL CORTEX

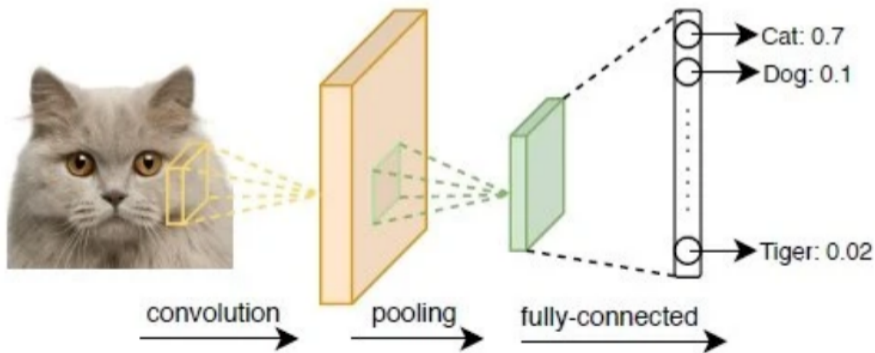
**1968...**





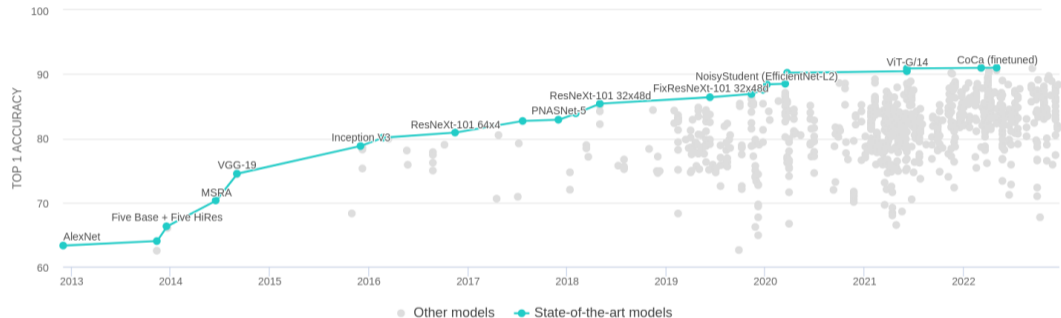
## Свёрточные нейронные сети (CNN)

# Convolutional Neural Network





# Imagenet Challenge



Динамика развития моделей для решения задачи классификации изображений  
[paperswithcode.com/sota/image-classification-on-imagenet](https://paperswithcode.com/sota/image-classification-on-imagenet)



## Ограничения моделей машинного обучения

- Сложность модели
- Скорость обучения
- Данные и разметка

**Люди, которые ничего не понимают в технологиях**



**Нейросети крупнейших компаний**





## Сотрудничество с неврологами-клиницистами

- Высокий поток пациентов
- Стандартизированные протоколы исследования
- Высокий уровень достоверности определения этиологии

**Накормлено уже более 200  
подтвержденных случаев со  
снимками FLAIR и DWI**



Коллектив неврологов из «ГКБ N 4» г. Перми во главе с А. А. Кулешем



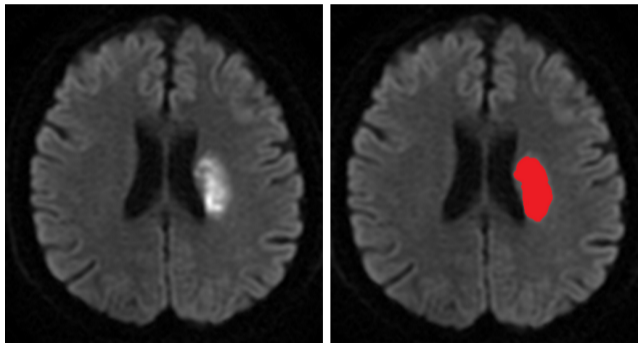
# Связь задачи классификации с задачей детекции и сегментации

Unet - бейзлайн для решения задач семантической сегментации с 2015 года

- 1 DWI = 25 x 256 x 256
- Очаг в среднем затрагивает 2-5 кадра
- Задача детекции очага
- Задача сегментации очага

В итоге размечено:

- **400 кадров с очагами известной этиологии;**
- **400 кадров с очагами неизвестной этиологии;**



Пример разметки



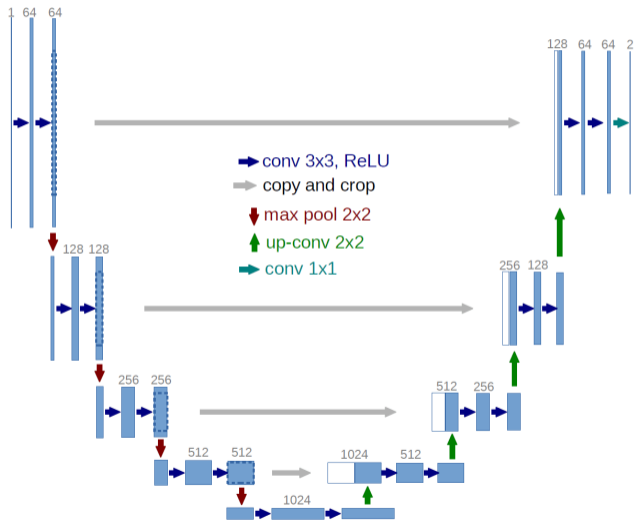


# Полносверточная (FCN) архитектура U-net

U-net - бейзлайн для решения задач семантической сегментации с 2015 года

- Меньше коэффициентов чем в обычных CNN
- Больше информации содержится в обучающих примерах
- Учится на маленьких датасетах

Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation //International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention. – Springer, Cham, 2015. – С. 234-241.

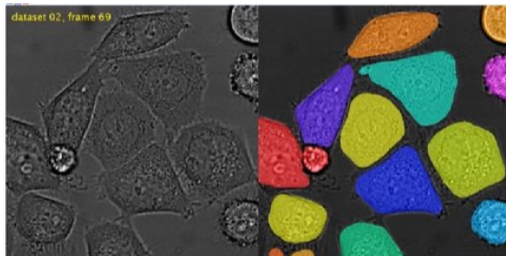




# Полносверточная (FCN) архитектура Unet

Unet - бейзлайн для решения задач семантической сегментации с 2015 года

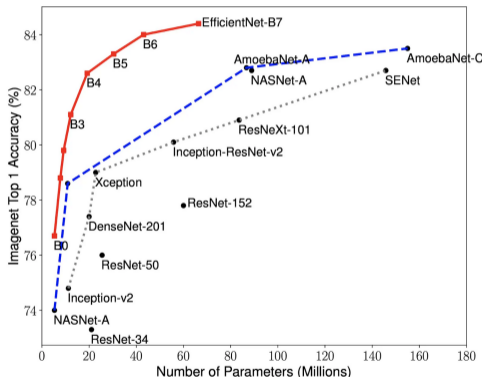
$$\text{IoU} = \frac{\text{Intersection}}{\text{Union}}$$



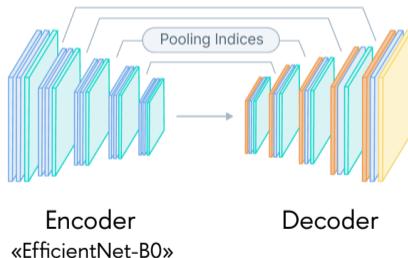
Результат сегментации Unet обученного на 20 снимках датасета «DIC-HeLa», IoU 77,5%



## Задача определения этиологии - как задача мультиклассовой семантической сегментации



- 6.5 млн параметров (25 Mb)
- 171 АТИ
- 174 КЭИ

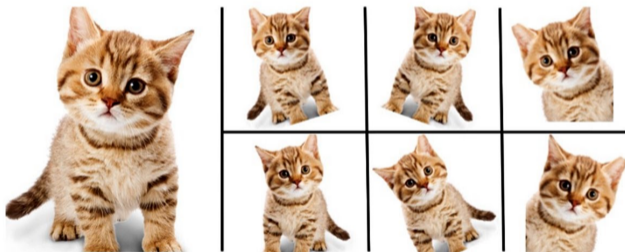




## Аугментации

- Случайные аффинные преобразования:
  - отражение по горизонтали
  - сдвиг и поворот на некоторый угол
  - изменение масштаба
  - искажение перспективы
- Случайные нелинейные преобразования:
  - оптические искажения
  - искажение сетки (GridDistortion)

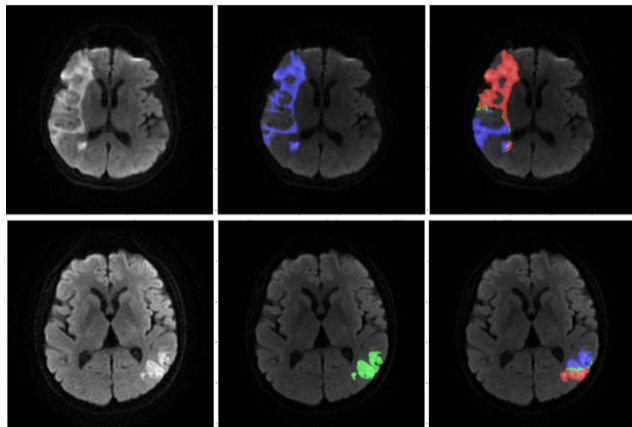
# DEEP LEARNING





## Результаты разведки

- 200 эпох
- Тестовый набор из 34 кадров
- $F1 = 0.62$  (почти не отличимо от случайного)



Input                      Annotations                      Output  
(Красный - АТИ, синий - КЭИ, зелёный - криптогенный)



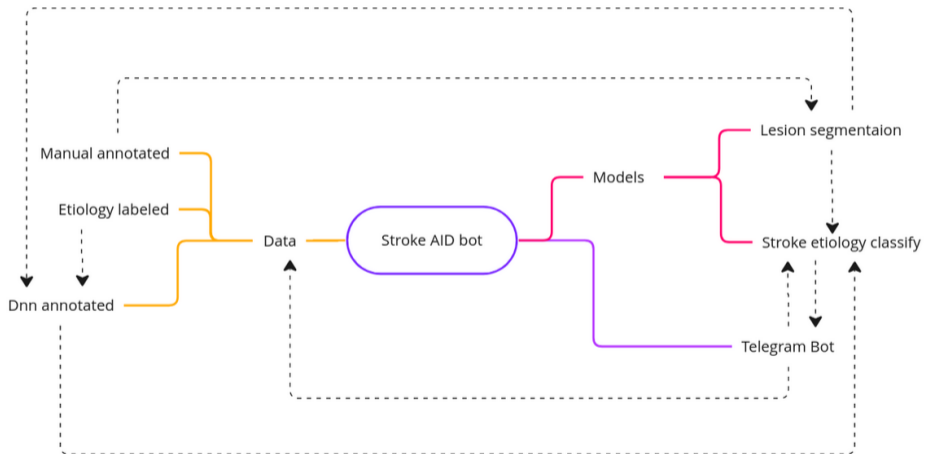
## Что можно улучшить

- Что-то сделать с моделью
  - Попробовать разные архитектуры
  - Взять модельку пожирнее
  - Затюнить её как следует
  - Подкрутить функцию потерь
  - Трансферлернинг
  - Придумать что-нибудь еще
- Что-то сделать с данными
  - Докрутить аугментации
  - Собрать больше данных



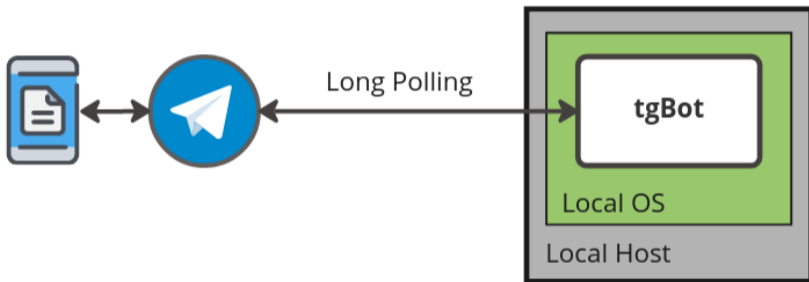


# Stroke AID bot





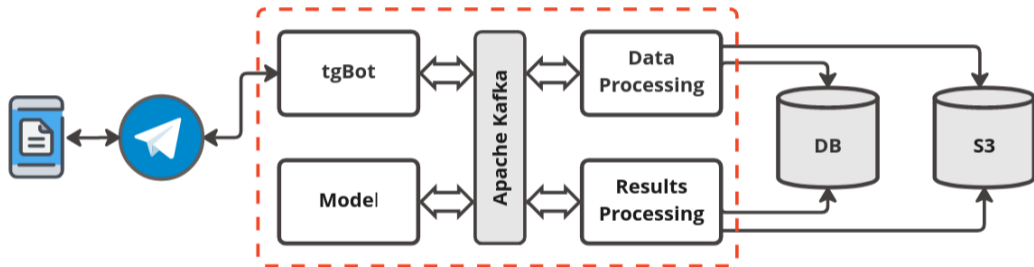
## Наивная реализация





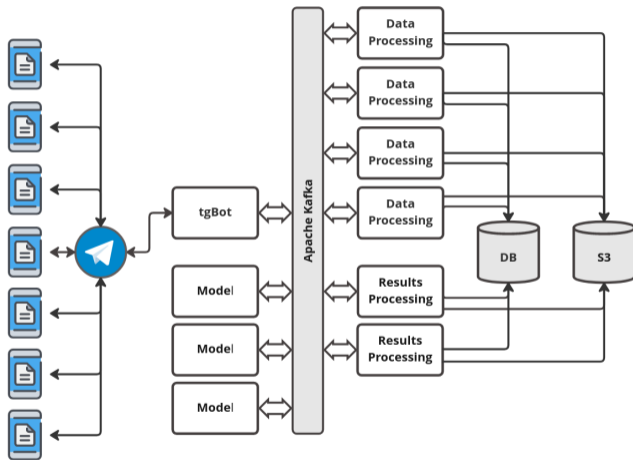


## Микросервисная архитектура





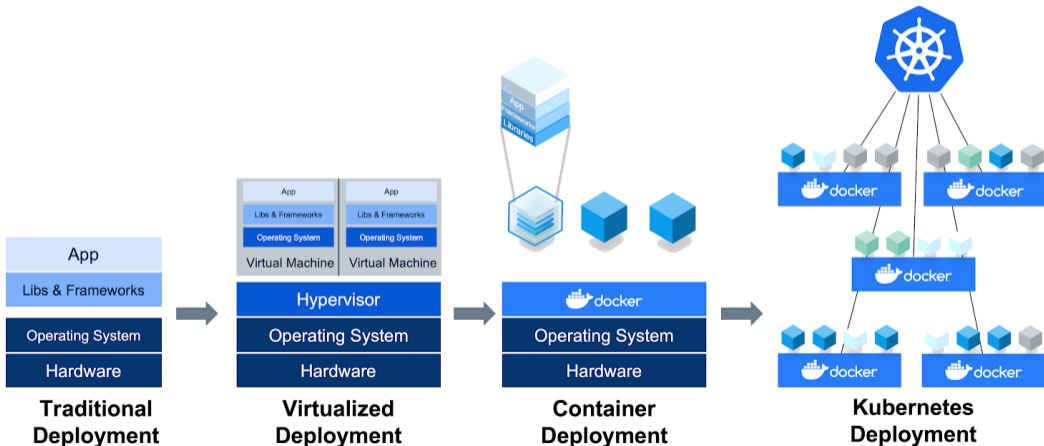
## Визуализация масштабирования системы





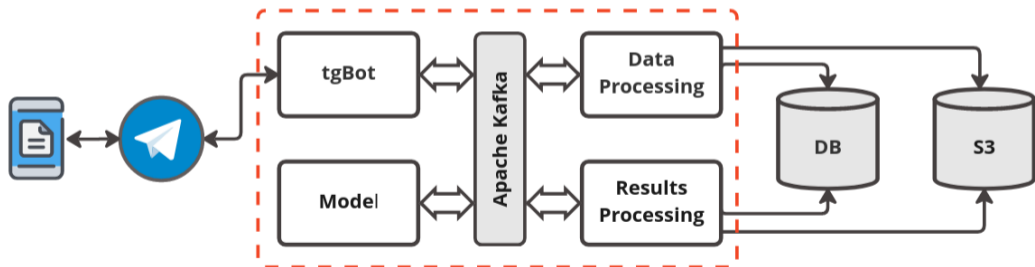
# Контейнеризация и оркестрация

**Kubernetes & Docker work together to build & run containerized applications**





## Технологический стек





Прототип





Спасибо за внимание!

Создано при участии  
д.м.н., профессора кафедры  
неврологии и медицинской  
генетики ПГМУ им.  
академика Е.А. Вагнера  
зав. неврологическим  
отделением для больных с  
ОНМК РСЦ ГКБ№4  
А. А. Кулеша



@KSOBYANIN