



КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени Т. Ф. Горбачёва

# Применение искусственных нейронных сетей для диагностики воздушных линий электропередачи с помощью беспилотных летательных аппаратов

## **Разработчики:**

аспирант, старший преподаватель:

Сакнэ Павел Русланович

Студент гр. Пиб-192

Кивишев Константин Алексеевич

## **Научный руководитель:**

Заместитель директора по научной работе института энергетики, к.т.н.

Беляевский Роман Владимирович

Кемерово 2022

# Актуальность

**1 раз в  
год**

Период осмотра

**Более 3  
млн км**

Протяжённость ВЛ



Развитие БПЛА



Успешность  
применения

# Цели и задачи

## Цель

Повышение эффективности и оперативности диагностики воздушных линий электропередачи

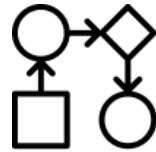
## Задачи



Анализ проблем  
обследования ВЛ



Выбор методов  
оптимизации



Разработка  
алгоритма  
программы



Разработка  
ИНС



Апробация



Экономическая оценка



# Степень проработанности проблемы

## Вклад ведущих мировых учёных:

- Полуянова М. С. Дистанционные методы обследования линий электропередач
- Трубицина Е. Н. Возможность применения беспилотных летательных аппаратов в энергосетевом комплексе
- Suhaas В. А. Искусственная нейронная сеть основанная на поиске дефектов линий электропередачи
- Rafael Е. В. Искусственные нейронные сети в сфере электроэнергетики
- Пономарев В. С. Применение адаптивных регуляторов на основе нейронных сетей в энергетике

## Компании-производители БАС:



ZALA AERO GROUP

БЕСПИЛОТНЫЕ СИСТЕМЫ



GEOSCAN



## Задачи остаются нерешенными:

Диагностика воздушных линий электропередачи с помощью искусственной нейронной сети на основе нескольких массивов данных

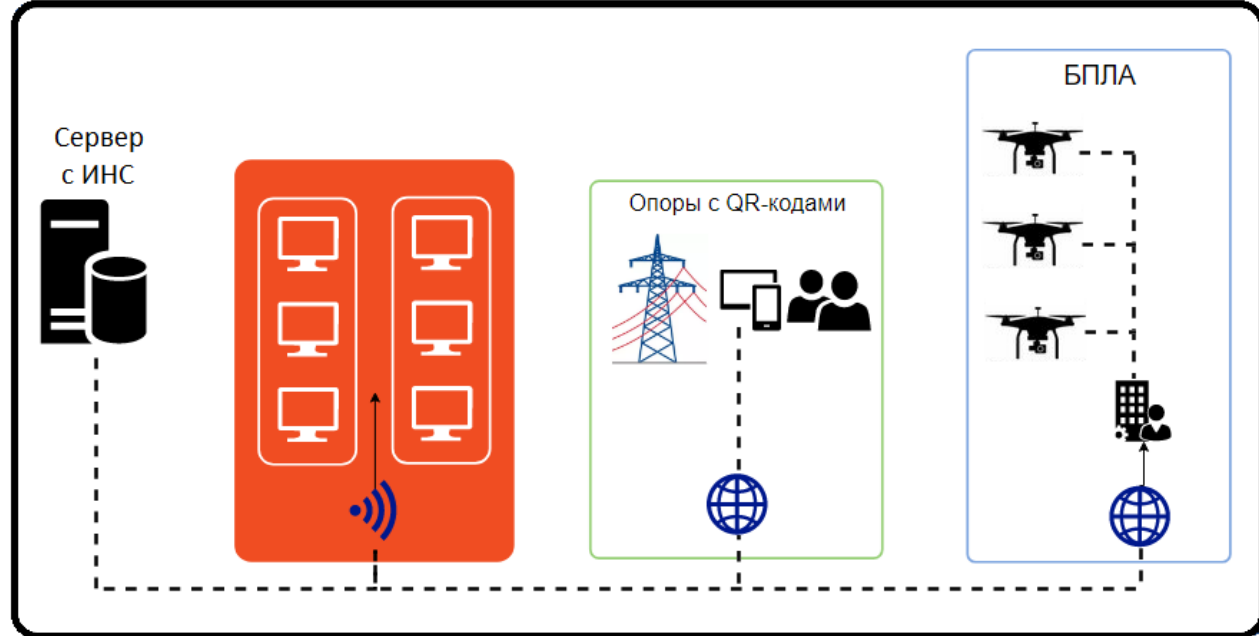


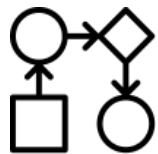
# Обследование ВЛ на основе ИНС

Передача фотографий/видео с БПЛА на сервер с ИНС для дальнейшей **диагностики**.

Создание и актуализация информации **карт осмотра опор**.

Технический персонал **получает информацию** о воздушной линии, предыдущих работах, обнаруженных дефектах, предстоящих работах.





# Разработка ИНС

Алгоритм ИНС реализован на языке  
**Python**



Для разработки применялась  
библиотека **Detectron2**



Для разработки ИНС взята база  
фотографий компании **ПАО «Россети  
Сибирь»** и поисковых систем





# Обучение ИНС

Для качественного обучения необходимо **максимально точно** выделить объекты, по которым производится диагностика. Наличие сторонних объектов при выделении значительно снизит точность конечного результата.

**Разметка производилась  
через Conda labelme**

**Тестовое обучение  
производится в 1000  
итераций**



**Пример разметки через онлайн-сервис svat.org**



# Виды диагностируемых дефектов

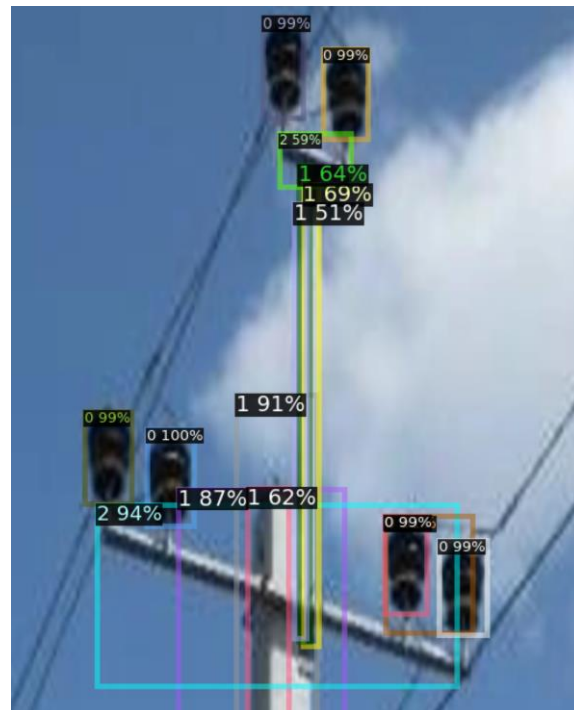
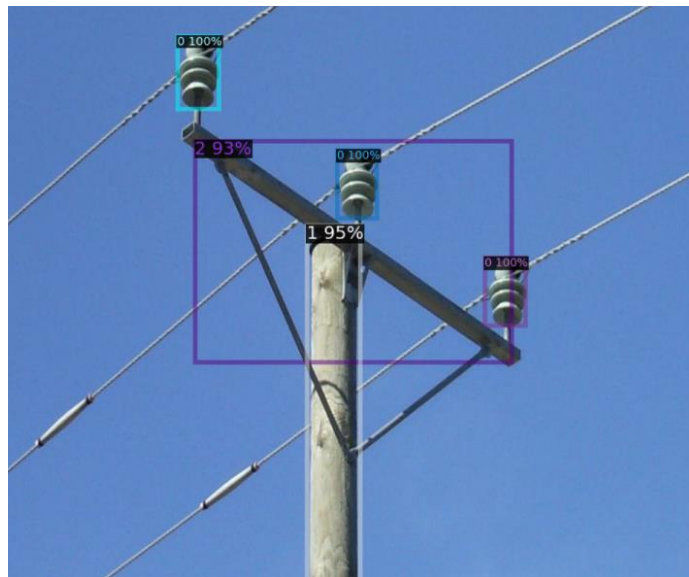
1. Наличие **нагаров** на опоре ЛЭП;
2. **Трещины, сколы** на поверхности элементов опор;
3. Полное **разрушение** или **отсутствие** изоляторов;
4. Наличие **мусора, сторонних предметов** на опорах и проводах ЛЭП;
5. Механические **повреждения изоляторов**;
6. Наличие **древесно-кустарниковой растительности** в охранной зоне ВЛ;
7. **Отклонение** опоры ЛЭП от **вертикальной оси**;
8. **Обрыв** фазных проводов.







# Результаты

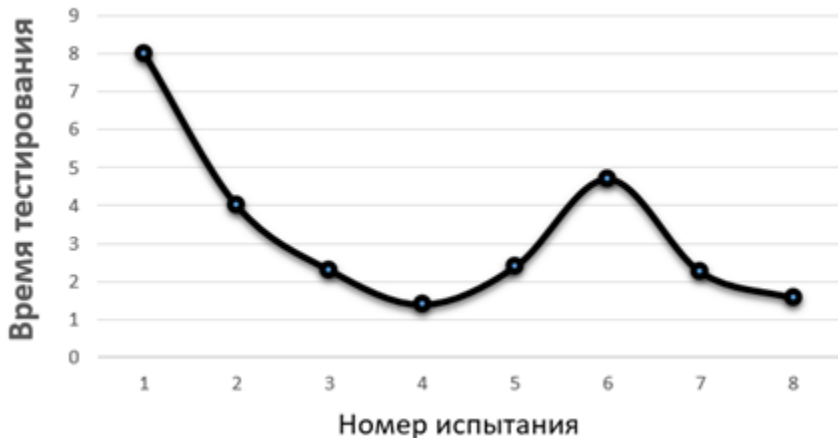


**Цифры в начале (0,1,2 и т.д.) означают к какому типу относится сегментированный объект**



# Результаты

- ✓ Средняя вероятность определения – 97,25%, максимальная – 99, 2%, минимальная – 93%
- ✓ Время тестирования снижается при каждом последующем тестировании
- ✓ Самый длительный анализ на удаленном сервере занимает порядка 8 секунд



**\*Представлено время из Google Colab**

**\*При тестировании на сервере с Nvidia Quadro RTX 8000 48 GB, анализ изображения происходит мгновенно.**



# Экономический эффект

**↓ 42 раза**

Временные издержки

**↓ 8 раз**

Стоимость обследования

**3 года**

Срок окупаемости

# Условия для внедрения



Создание обучающей выборки  
с фотографий полученных с  
помощью БПЛА



Расширение классификации  
дефектов воздушных линий  
электропередачи



Автоматизация  
процесса  
диагностики



Повышение точности  
диагностики



Внедрение в мобильные  
операционные системы



## Перспективы развития научной работы

- Выполнение условий для внедрения ИНС;
- Классификация опор ЛЭП по напряжению;
- Диагностика в режиме реального времени.



КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени Т. Ф. Горбачёва

# Спасибо за внимание!

**Разработчики:**

аспирант, старший преподаватель:

Сакнэ Павел Русланович

Студент гр. Пиб-192

Кивишев Константин Алексеевич

**Научный руководитель:**

Заместитель директора по научной  
работе института энергетики, к.т.н.

Беляевский Роман Владимирович