



Технологии,
которые работают.



РОССТЕТИ

Научно-технический центр



РОССТЕТИ

ЭЛЕКТРОСЕТЬСЕРВИС

Аспирант: Швец Н.А.

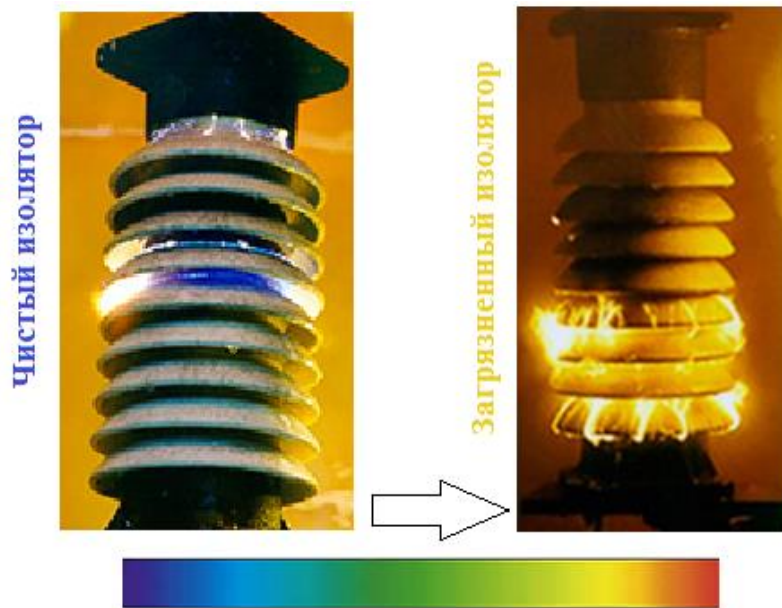
*Научный руководитель:
Овсянников А.Г.*

Дистанционная методика качественной оценки уровня загрязнения высоковольтной внешней изоляции

Характеристики источников загрязнения и увлажнения



Оценка уровня загрязнения по спектру излучения ПЧР



ОРУ 330 кВ с загрязнением
внешней изоляции уносами
антигололедных реагентов

Почему поверхностные разряды меняют цвет?

Основной «виновник цвета» – натрий

(в слое естественных загрязнений проводимость обеспечивается ионами солей, преимущественно NaCl)

NaCl во влажном слое загрязнения диссоциирует.

Положительный ион Na^+ сталкиваясь с электроном, рекомбинирует а избыток энергии производит возбуждение атома Na^* .

Атом Na^* при сбросе возбуждения, излучает свет с $\lambda \approx 589,00 \text{ нм}$ (желтый цвет).

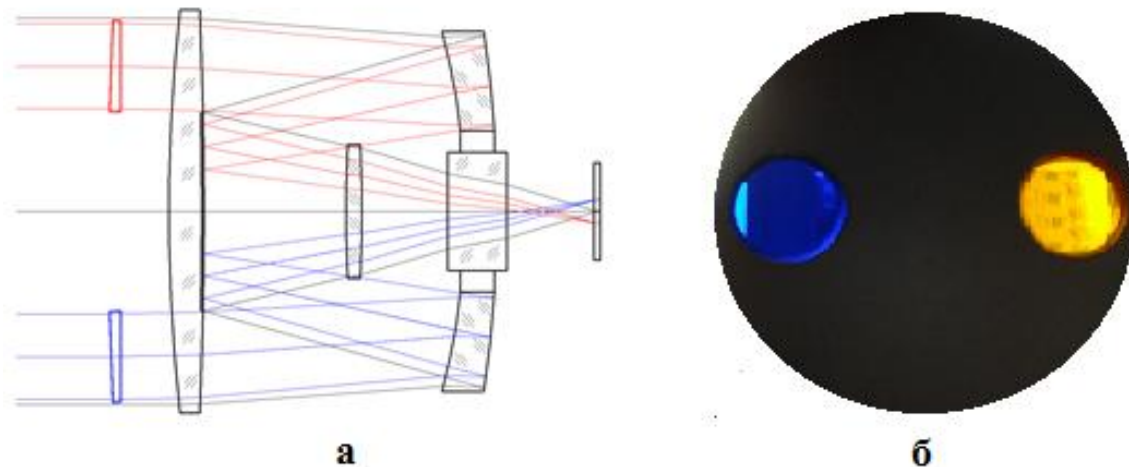
Химические реакции:



Есть вклад и от других компонентов, особенно от техногенных загрязнений металлургических, химических производств и др.

Цель: использовать эффект изменения спектра для дистанционной приближенной оценки уровня загрязнения

Работа спектро-диспергатора с зеркально-линзовым объективом УФО в дефектоскопе «Филин 6»



Ход световых лучей в фильтре-диспергаторе и объективе дефектоскопа «Филин-6» (а) и внешний вид фильтра (б)

Испытания загрязненного и увлажненного изолятора высоким напряжением

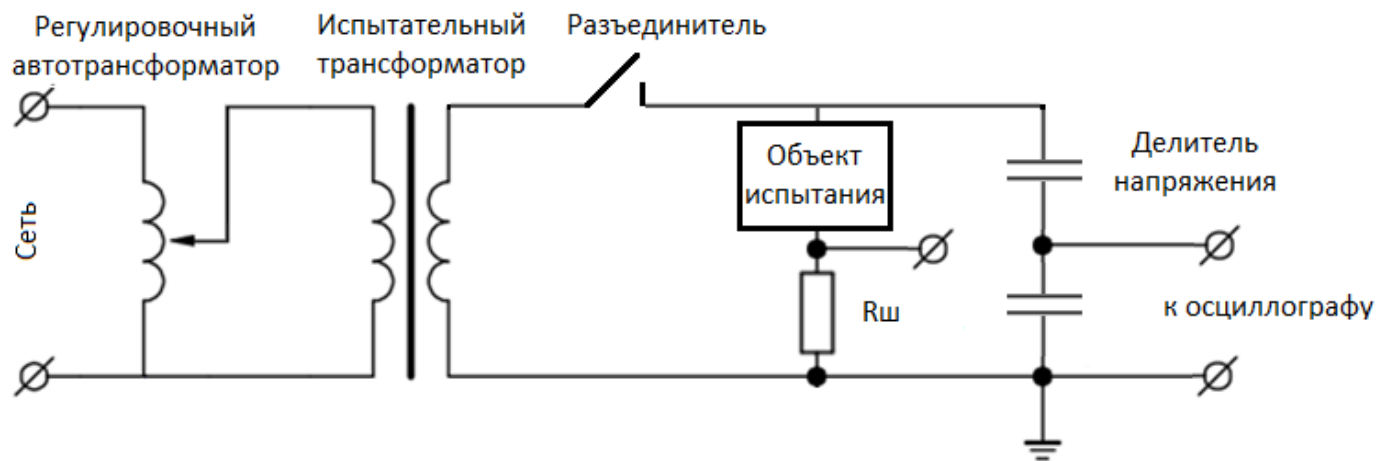
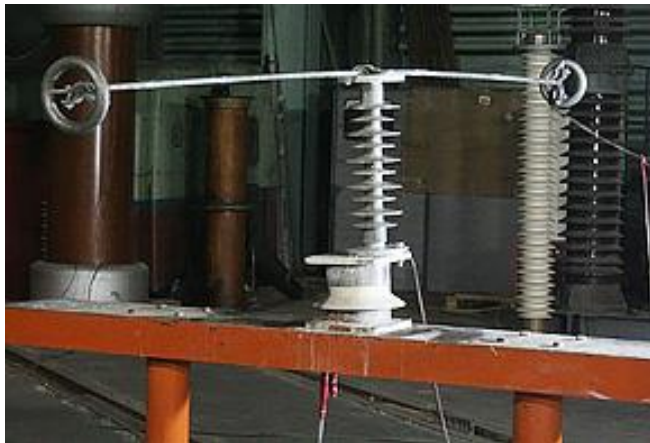


Схема испытательной установки

Испытания загрязненного и увлажненного изолятора высоким напряжением



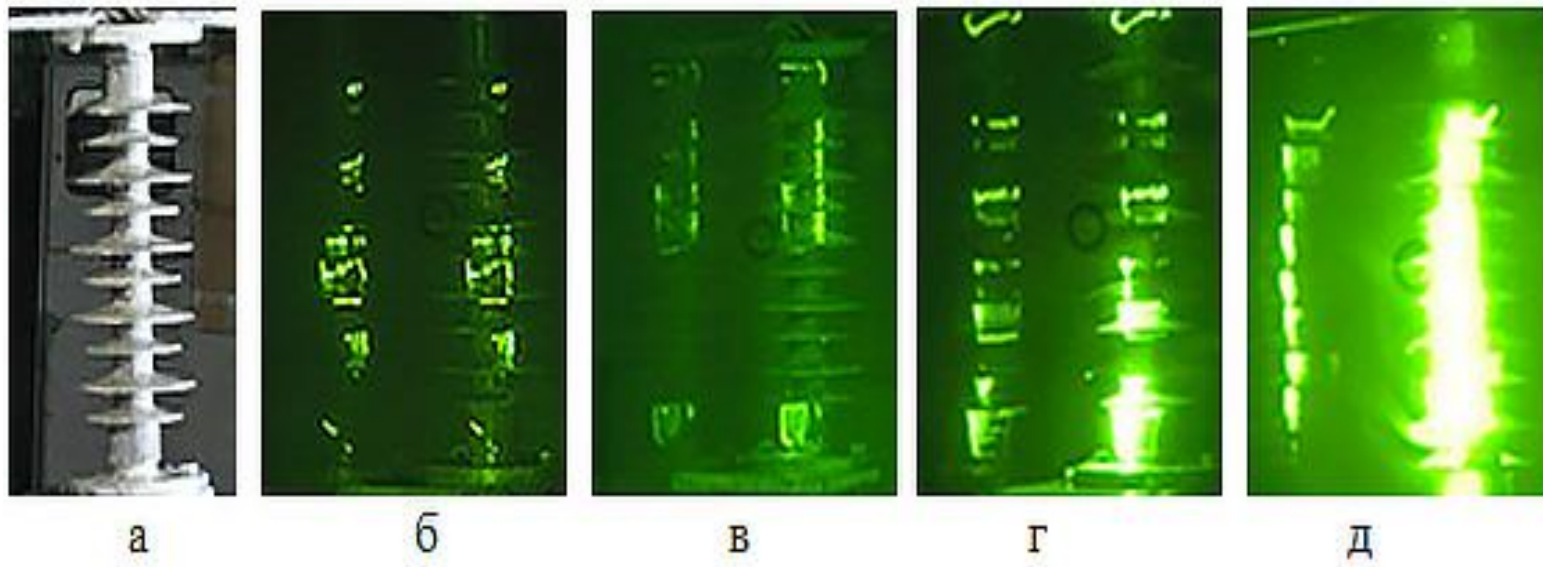
Изолятор ОСК 8-35-2
Коэффициент формы (K_f) = 5,617

В соответствии с ГОСТ 10390-2015 удельная
поверхностная электрическая проводимость
слоя загрязнения:

Фото испытуемого изолятора с макетом
провода на испытательном поле.

$$\chi = k_f / R$$

Испытания загрязненного и увлажненного изолятора высоким напряжением



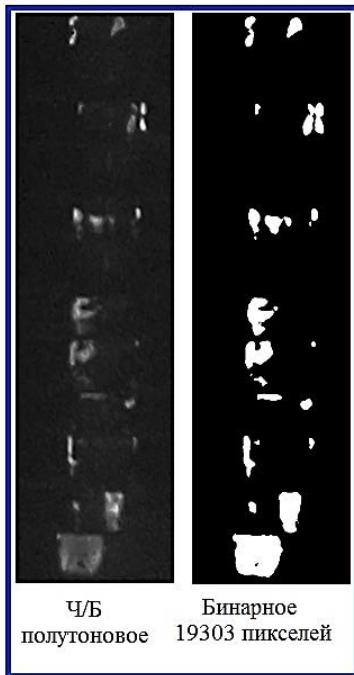
Фрагменты испытаний изолятора ОСК-8-35-2

(а) с $\chi = 6,9$ (б), $\chi = 12$ (в); $\chi = 20$ (г) и $\chi = 28,6$ (д) мксм.

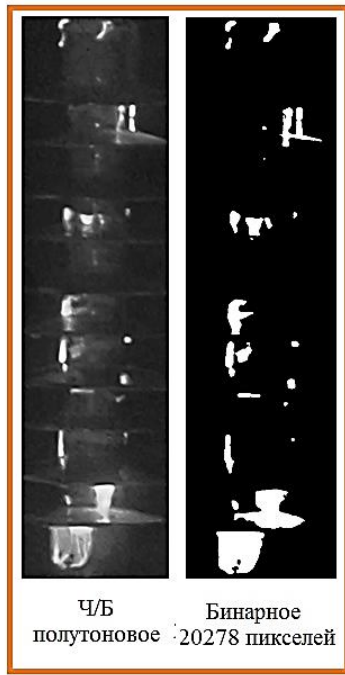
Испытательное напряжение - 35 кВ

Постобработка эопограмм

Левое (синее) изображение



Правое (оранжевое) изображение

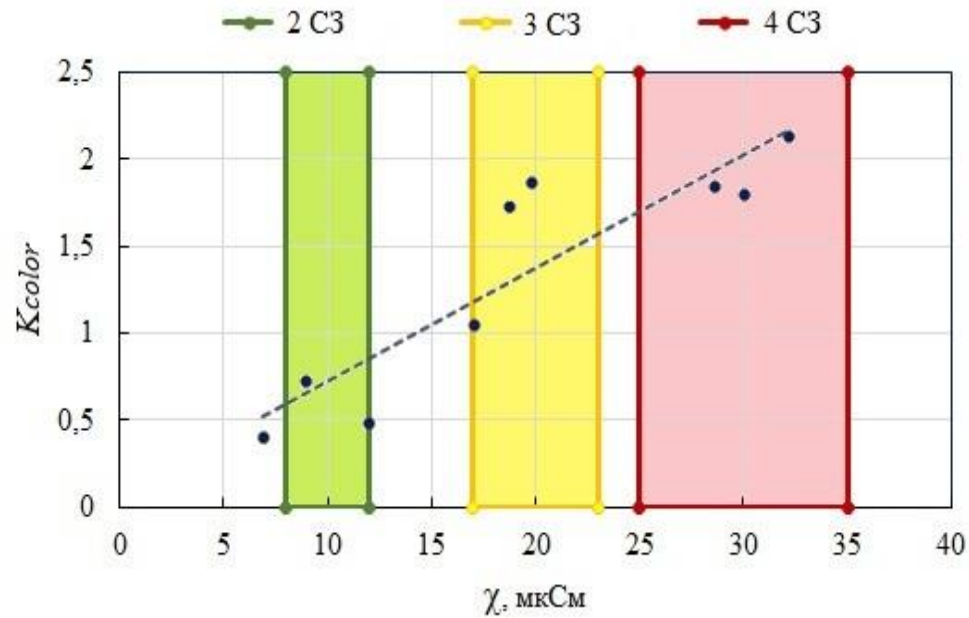


Пример обработки изображений ПЧР, полученных на изоляторе с $\chi \approx 17$ мксм:
Обесцвечивание исходных эопограмм - бинаризация- подсчет белых пикселей

В итоге рассчитывается коэффициент цветности излучения ПЧР

$$K_{color} = N_{orange}^{pixel} / N_{blue}^{pixel}$$

Итог



$$K_{color} = 0,0652\chi + 0,0714 \text{ или } \chi \approx \frac{K_{color}}{0,065} - 1,1$$

Возможные разделы методики оценки уровня загрязнения

1	Ограничения по метеоусловиям и фоновой освещенности.
2	Регистрация видеозаписи с УФД «Филин -6» с фильтром спектро-делителем в течение не менее 2 минут из-за нестабильности ПЧР.
3	Анализ видеозаписи и выборка кадров с максимальными ПЧР.
4	Обработка выборки, определение коэффициента цветности и уровня загрязнения

Критерий опасности: если кадров с критическими уровнями загрязнения больше 5 % - требуется мероприятия по СТО 56947007- 29.240.133-2012.
Изоляция электроустановок в районах с загрязненной атмосферой.
Эксплуатация и техническое обслуживание

Обсуждение и выводы

- 1 Главные достоинства метода: дистанционность, неинвазивность, объективность контроля вследствие сравнения изображений одной и той же вспышки, сформированных одним оптическим трактом.
- 2 Самые значимые и независимые от нас влияния – динамические изменения проводимости слоя загрязнения от увлажнения (поступления влаги из воздуха в загрязнения и ее испарения от нагрева токами проводимости. Кроме того, на спектр излучения ПЧР может влиять состав загрязняющих веществ (гидрохлорид кальция, соли меди и др.).
- 3 Неконтролируемая погрешность определения коэффициента цветности может возникать только при насыщении люминофорного экрана в одном изображении, что можно устранить уже в процессе УФК.

Дальнейшие планы

- 1) Провести аналогичные опыты на других типах изоляторов (фарфоровых, стеклянных) для уточнения характеристики.
- 2) Разработать программное обеспечение, для расчета коэффициента цветности по фото (видео).
- 3) Опробовать на реальном объекте.
- 4) Разработать методические указания с описанием данной методики и критериев оценки уровня загрязнения.



Технологии,
которые работают.



РОССТЕТИ

Научно-технический центр



РОССТЕТИ

ЭЛЕКТРОСЕТЬСЕРВИС

Аспирант: Швец Н.А.

*Научный руководитель:
Овсянников А.Г.*

Дистанционная методика качественной оценки уровня загрязнения высоковольтной внешней изоляции