



История развития ультрафиолетовой инспекции оборудования в России и за рубежом

Лекция № 1
из цикла «УФ-инспекция»

Овсянников Александр Георгиевич



- Доктор технических наук
- Профессор кафедры техники и электрофизики высоких напряжений Новосибирского государственного технического университета
- Главный специалист ООО «ЦНИТЭ», oag@nspb.ru

Одна из главных забот разработчика высоковольтного оборудования– выбрать рабочую напряжённость меньше порога возникновения внутренних частичных разрядов и короны на внешних элементах конструкции

Принципиально возможны 4 метода проверки наличия или отсутствия разрядов: электрический, электромагнитный, акустический и оптический

Проверку **внутренней изоляции** в приёмо-сдаточных испытаниях оборудования проводят на заводах-изготовителях по нормам на интенсивность частичных разрядов (ЧР) при заданных уровнях напряжения. Нормы на основные виды оборудования приведены в ГОСТ 1516.3 и в стандартах или ТУ на отдельные виды оборудования. Нормируется величина кажущегося заряда ЧР, измеренного **электрическим** методом.

Обязательное требование к внешней изоляции – отсутствие *видимой* короны (КР) на проводящих частях и поверхностных частичных разрядов на изоляции (ПЧР) при наибольшем рабочем напряжении. При этом нормы на интенсивность, как и требования к чувствительности регистрации, отсутствуют.

При возникновении дефектов и/или неблагоприятных метеоусловиях на проводах, шинах, арматуре возникают или усиливаются КР, а на изоляции КР и ПЧР. Попытки их регистрации электромагнитным методом не имели успеха. **Акустический** метод имеет ограничения по расстояниям до контролируемого объекта.



Принципы УФ -инспекции

– регистрация оптического излучения КР и ПЧР (локация очага и оценка интенсивности разрядов) с последующей интерпретацией результата: анализом причин возникновения разрядов и вида дефекта, прогнозированием его последствий.



Хронография разработки приборов и методик УФ диагностики

Годы	Россия (СССР)	За рубежом
1960-80	Применение фотоприёмников (ФЭУ, ЭОП) в научных исследованиях	
1980	УФД на базе ФЭУ (УзНИИЭиА)	-
1982	Филин 1 и 2 (опытные)	-
1984-87	Филин -3 (серия 1200 шт.)	-
1989	1-я редакция МУ, Всесоюзная конференция (Пятигорск)	-
1992	Филин -5 (серия 50 шт.)	-
1996	Коршун (опытные)	CoronaScope (США)

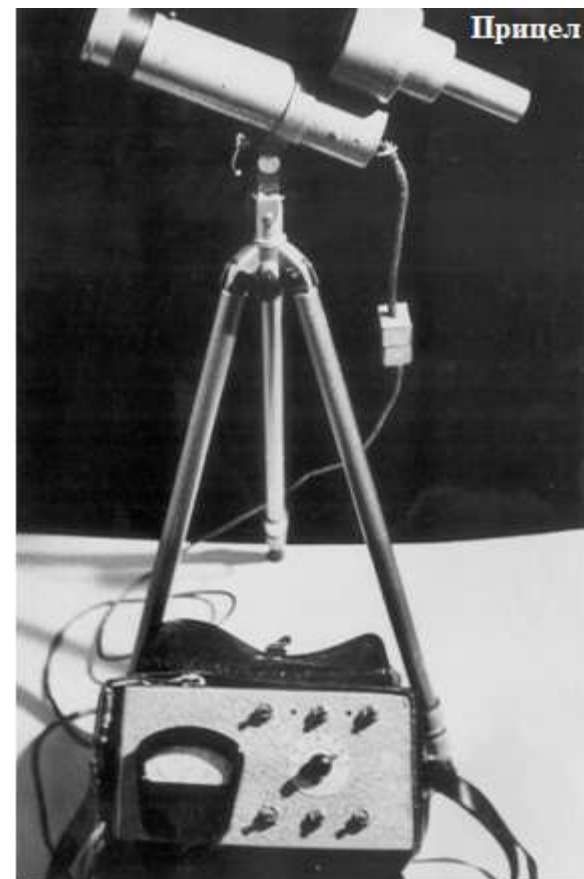
Хронография разработки УФ диагностики

Годы	Россия	За рубежом
1997	Вторая редакция МУ	-
2000-06	Филин -6 (80 шт.)	DayCor 1 (Ofil, Израиль) CoroCam (ЮАР) 3 стандарта EPRI (США)
2002	Проект 3 редакции МУ	DayCor 2 (Израиль)
2002-05		CoroCam 4 (ЮАР)
2005	Утверждены МУ!!!	Ежегодные конференции UGM
2015-17	Производство Филин-6 Разработка Филин-7	DayCor Super B, Scalar, Uviol, Luminar, UAVRom - (Ofil) CoroCam 6 и 7 (ЮАР)

Первое оптико-электронное устройство (на ФЭУ) для контроля подвесной изоляции линий. СССР, 1980 г.



НИИ энергетики и автоматики,
Узбекской академии наук
Камил Каунбаев – автор,
Ахмат Саматович Кудратиллаев –
научный руководитель



Источники питания и измерительный блок

Достоинства работы

- установлено, что интенсивность излучения разрядов на поверхности тарельчатых фарфоровых изоляторов сильно зависит от напряжения и тока утечки при загрязнении и увлажнении изоляции;
- установлено преобладание УФ составляющей в спектре излучения разрядов и связь спектра со степенью загрязнения;
- созданы 2 опытных образца прибора, защищена диссертация к.т.н.

Недостатки работы

- выбор в качестве фотоприёмника ФЭУ лишил возможности видеть само излучение и контролируемый объект;
- зависимость результатов контроля от многих факторов;
- очень слабая апробация и фактически отсутствие внедрения.

Разработки дефектоскопов «Филин»

1982 г. -
разработан
«Филин-1»



1985-1988 гг.
«Филин -3»
Завод «Гран»
(1200 штук)



1992-1993 гг.
«Филин -5»
Завод «Гран»
(50 штук)



УФ - дефектоскоп «Филин - 6»

С 1998 года до сего дня ООО ЦНИТЭ производит УФД «Филин-6»

География продаж:
Россия, Казахстан,
Китай и др.



УФД ФИЛИН 7

(в стадии разработки)

– перспективная разработка на базе высокочувствительного к УФ части спектра ЭОП (рассмотрим в другой презентации)



Создание солнечно-слепых (биспектральных) УФ-камер

В 1997 г. Эндрю Филипс из EPRI определил, что активность короны является одним из лучших показателей дефектных полимерных изоляторов. К сожалению, оборудования для обнаружения короны при дневном свете не существовало. Это привело его в израильскую компанию Ofil Ltd., которая делала солнечные слепые УФ фильтры для использования израильскими военными при обнаружении огня (запуск ракет и др.). В итоге в 2000 г. родились УФ-камеры серии **DayCor** дневного режима работы.

Год-два спустя появились дневные камеры **CoroCAM IV+** (ЮАР) с другим принципом работы - накопление импульсных световых сигналов и подавление постоянного фона при обработке 20 кадров.

Биспектральные УФ-камеры фирмы OFIL (Израиль)



~ 2002- 2010 гг. **DayCor Classic**, чувствительность:
1,5 пКл с 8 метров.



~ 2005 – 2016 гг. **DayCor Super B**



~ 2011-2017 гг. **DayCor UVolle-S** или **V** – бюджетная модель



2017 г. – **Luminar^{HD}** – с расширенными функциями

Биспектральные УФ-камеры фирмы UVirCo (ЮАР)



~ 2001 – 2004 гг. **CoroCAM IV+**



~ 2005 – 2016 гг. **CoroCAM 504**, чувствительность (3×10^{-18} Вт/см²).



~ 2006 – 2016 гг. **CoroCAM 6D** использует одинаковые с моделью CoroCAM 504 узлы оптического и ультрафиолетового каналов, но дешевле



2017 г. **CoroCAM 7®** - профессиональная модель. Кроме откидного экрана имеет видоискатель

Системы с УФ-с камерами фирмы OFIL (2006-2017 гг.)

Мобильные системы



Rail



Ranger

Авиационные системы



aviROM



ROM



ROMpact

Трёхспектральные (УФ + Видимый + ИК спектры) камеры фирмы UVirCo



2011 г.
MultiCAM

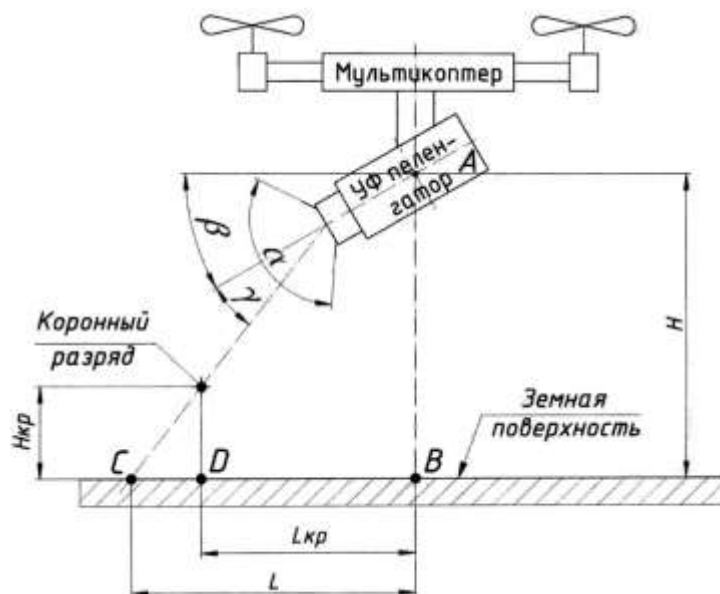
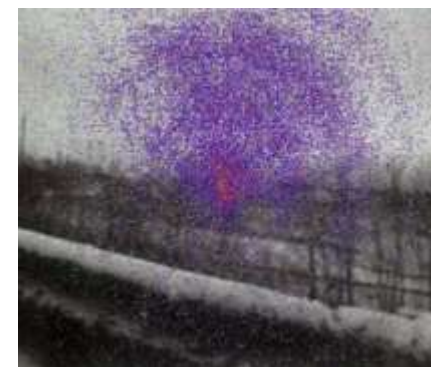


2017 г.
CoroCAM 8

Системы обнаружения и пеленгации УФ-излучения



2010 г.
система «Орлан»
ЗАО «Интелвид»



2017 г. патент РФ № 2 612937 С1
Беспилотный авиационный
комплекс для определения
координат коронного разряда

Нормативные и методические документы по УФ диагностике

- 1. Guide to Corona and Arcing Inspection of Transmission Lines 1001910.**
- 2. Guide to Corona and Arcing Inspection of Substation 1001792.**
- 3. Training Course on Corona and Arcing Inspection of Transmission Lines 1006706.**
- 4. Стандарт организации СТО 56947007-29.240.003-2008.
Методические указания по дистанционному оптическому контролю изоляции воздушных линий электропередачи и распределительных устройств переменного тока напряжением 35-1150 кВ:/ УТВ. ОАО «ФСК ЕЭС» 28.06.2005.**
- 5. Методические рекомендации по раннему выявлению дефектов внешней изоляции, токоведущих частей электрооборудования АЭС с использованием средств ультрафиолетового контроля. МД 1.3.3.99-041-2009. ОАО «Концерн Энергоатом», 2009.**