

Нормативные документы по УФ инспекции

*Оптимизм, умноженный на знание,
есть величина постоянная!*

Лев Ландау

Лекция № 8
из цикла «УФ-инспекция»

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.**

- 1. УФ-инспекция ВЛ. Guide to Corona and Arcing Inspection of Transmission Lines. № 1001910.**
- 2. УФ-инспекция подстанционного оборудования. Guide to Corona and Arcing Inspection of Substation. № 1001792.**
- 3. Обучающий курс УФ-инспекции. Training Course on Corona and Arcing Inspection of Transmission Lines. № 1006706.**

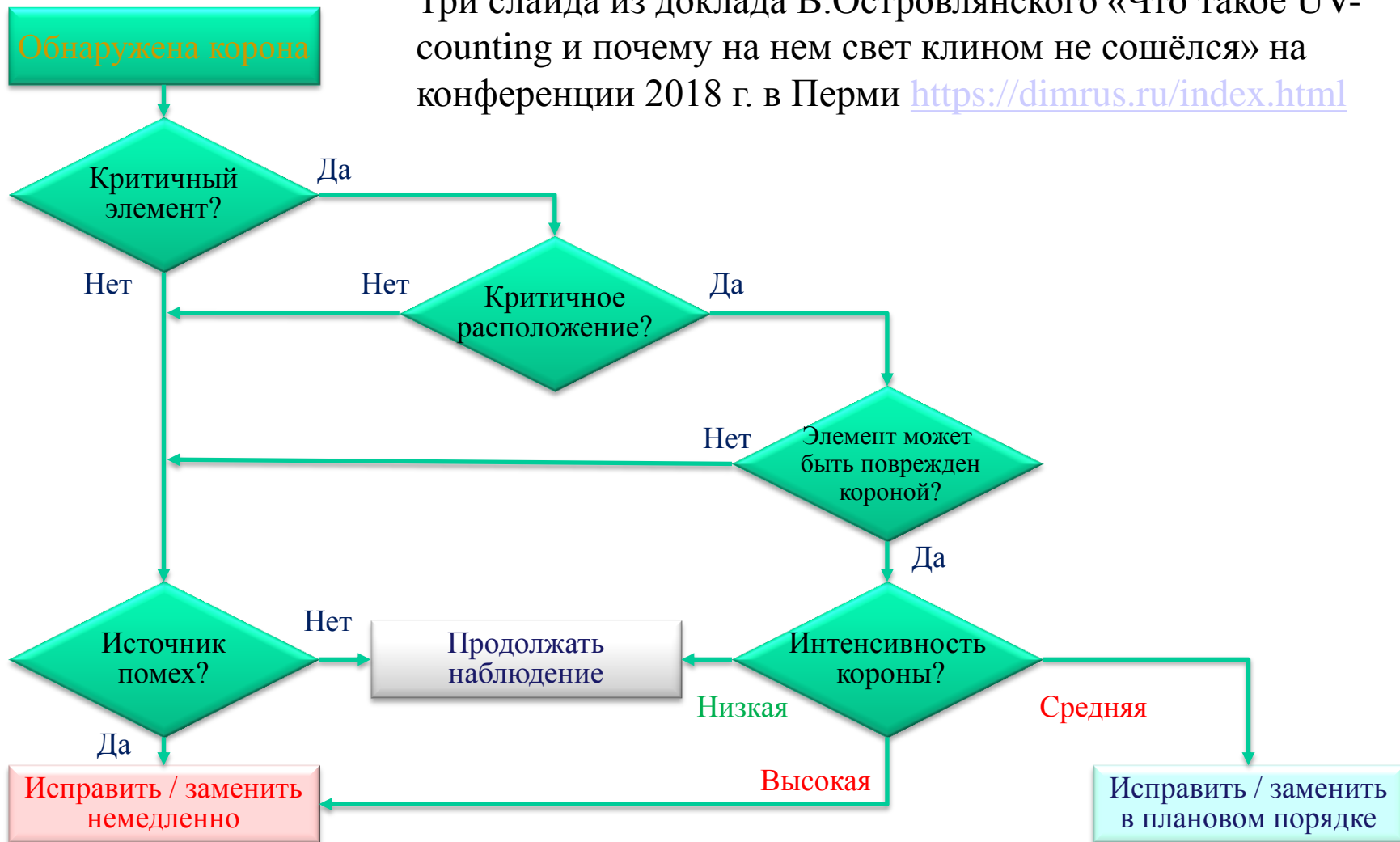
Эти три руководства (гайда) разработаны в американском институте энергетики EPRI (Electric Power Research Institute) в 2000 г. Они имеют ранг стандартов IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) – американского института электриков и электронщиков с обширным международным участием.

Документы покупные, от того и «недоступные».
Но, те цифры, которые мы слышим, - похоже оттуда.

АЛГОРИТМ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ



Три слайда из доклада В.Островлянского «Что такое UV-counting и почему на нем свет клином не сошёлся» на конференции 2018 г. в Перми <https://dimrus.ru/index.html>



РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПРОЦЕСС ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ

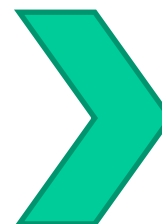


Накопленный

ОПЫТ



**Оценка
ситуации**



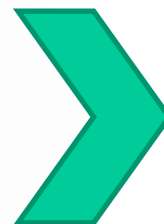
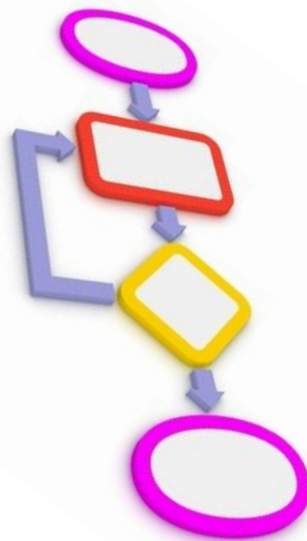
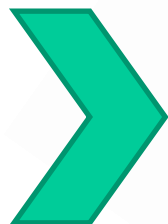
Рекомендация

- Видео объекта
- Видео короны
- Месторасположение
- Угол зрения
- Тип объекта
- Температура
- Влажность
- Время суток
- Расстояние
- Коэффициент усиления
- Чувствительность камеры
- Количество событий короны

УПРОЩЕННЫЙ ПРОЦЕСС ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ



Количество
событий короны



Алгоритм
принятия
решения

Рекомендация

Фрагменты из МД 1.3.3.99-041-2009 концерна «Энергоатом»

П. 6.2. Измерительные системы ... должны иметь параметры:

- Минимальная чувствительность по обнаружению электроразрядных процессов на расстоянии 8 м не менее 6 пКл (?);
- диапазон УФ-излучения по длинам волн 0,34 – 0,36 мкм (?!?!)

...На экране видеоконтрольного устройства должны отображаться такие параметры процесса как:

- чувствительность (коэффициент предварительного (?) усиления сигнала) по УФ излучению для выделенной области изображения;
- параметры регулируемого интегрирования кадров УФ изобра-ния;
- поток (число в единицу времени) зарегистрированных электроразрядных импульсов (?) по выделенной на экране области.

Примечание. Выделение подчёркиванием и вставки текста с красным цветом сделаны нами.

продолжение: что измеряется?

7.1.7... При УФ-контроле оценка состояния выполняется по мгновенному и среднему значению интенсивности УФ излучения (?) от локальных участков аппаратов и ошиновки.

7.3.3. Обнаружение локальных участков и зон высоковольтного аппарата с выходом УФ излучения и потоком регистрируемых импульсов 3000 имп. /мин. (это же 50 Гц!) по выделенному участку свидетельствует о наличии развитого дефекта ошиновки и изоляции. О наличии развитого дефекта свидетельствует также видимое изображение области УФ излучения по масштабу сопоставимое с минимальным характерным размером контролируемого объекта (для гирлянды изоляторов поперечный размер тарельчатого изолятора).

...

7.3.6. При выполнении УФ-контроля измеряются интенсивность УФ-излучения и число импульсов УФ-излучения в единицу времени (что же тогда понимается под интенсивностью?) при номинальном (?) напряжении объекта контроля.

**продолжение: Таблица 1 - оборудование, подлежащее
УФ контролю, и характерные дефекты**

Тип электрооборудования и элементов электрооборудования	Характерные дефекты
Стеклянные, фарфоровые и полимерные опорные, подвесные и проходные изоляторы.	Поверхностное загрязнение, трещины, сколы, разрушение армирующей заделки.
Изоляционные конструкции выключателей, разъединителей, вводов, трансформаторов напряжения, разрядников, ОПН.	Поверхностное загрязнение, трещины, сколы.
Ошиновка трансформаторов, автотрансформаторов, шунтирующих реакторов, трансформаторов тока и напряжения, разрядников, ОПН, ошиновка ОРУ.	Обрыв элементарных проводников ошиновки, их эрозия и изломы в отмеченных ниже местах: места заделки контактных узлов электрооборудования; места размещения узлов распора; места на свободном участке ошиновки.

**продолжение: Таблица 2 – Критерии оценки состояния*
внешней опорной и подвесной изоляции ОРУ и ОУТ**

Классификация	Норма	Норма с отклонениями	Ухудшенное:
Степень развития дефекта	Отсутствие явных дефектов	Наличие малозначит-ных дефектов	Наличие значительных дефектов
Критерии по потоку импульсов в минуту	До 1000	От 1000 до 3000	Свыше 3000
Анализ вид-го и УФ изображений объекта		$D_{уф} < D_{мин}$	$D_{уф} \geq D_{мин}$
Рекомендации	Дополнительные мероприятия не требуются	Учащённый УФ-контроль (не реже 1 раза в 3 месяца)	Необходим ремонт или замена по состоянию

$D_{уф}$ – размер УФ-изображения; $D_{мин}$ – минимальный из габаритных размеров изображения изолятора на экране монитора

*** - состояние исправное, работоспособное**

продолжение: Таблица 3 – Критерии оценки состояния*
гибкой ошиновки на ОРУ и ОУТ

Классификация	Норма	Норма с отклонениями	Ухудшенное:
Степень развития дефекта	Отсутствие явных дефектов	Наличие малозначительных дефектов	Наличие значительных дефектов
Критерии по потоку имп./ мин	До 1000	От 1000 до 3000	Свыше 3000
Анализ изображений объекта ...		Отсутствие изломов элементарных проводников проводов ошиновки	Наличие изломов элементарных проводников проводов ошиновки
Рекомендации	Дополнительные мероприятия не требуются	Учащённый УФ-контроль (не реже 1 раза в 3 месяца)	Необходим ремонт или замена по состоянию

* - состояние исправное, работоспособное

продолжение: Общее впечатление

Более или менее приемлемо написан раздел по контролю изоляции статорных обмоток (прежде всего, лобовых частей) электрических машин (п. 8 и приложение Д).

Остальное – по меньшей мере наивно по сути и непрофессионально по терминологии.

Опыт применения в МОЭСК

Ильина Е.В., Д. Растегняев Д.Ю. Опыт применения проборов ультрафиолетового контроля в электросетевой компании (на примере МОЭСК) // ЭнергоЭксперт. – 2014. – 4. – С.70 – 71.

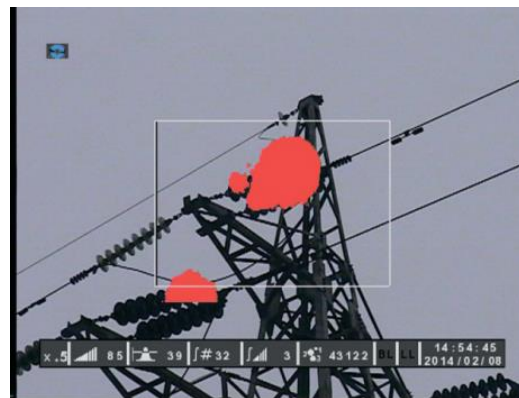
Для проведения диагностики изоляции методом УФ контроля в ОАО «МОЭСК» был подготовлен распорядительный документ с методическими рекомендациями. Часть рекомендаций была почерпнута из документа ОАО «Концерн Энергоатом». Однако установленные критерии оценки состояния отличаются от ранее предложенных:

- ✓ граничные значения по разрядной активности были увеличены для различных условий эксплуатации (увлажнение, загрязнение изоляции);
- ✓ для исключения браковки исправного оборудования при проведении замеров следует брать среднее значение разрядной активности за небольшой промежуток времени (5–10 сек.), т.к. возможны кратковременные случайные пиковые выбросы, превышающие средние значения в 10 и более раз.
- ✓ следует принимать во внимание масштаб видимого объекта с разрядной активностью на экране по отношению к площади регистрирующей рамки.

Важная задача – выпуск нормативного документа по ультрафиолетовому контролю с уточненными граничными критериями определения состояния для различных видов оборудования и «картотекой» дефектов.

Примеры применения УФ-камер в МОЭСК

1. Разрядная активность бездефектных изоляторов –(2000–3000) имп./мин. Во влажную погоду – до 40 000 имп./мин.
2. В двух случаях с разрядной активностью 38 000 и 43 000 имп./мин. при 100 %-ной влажности и T воздуха (0-2) °С, после демонтажа гирлянды обнаружены (сколы) фарфоровых изоляторов типа ПФ на ВЛ 110 кВ



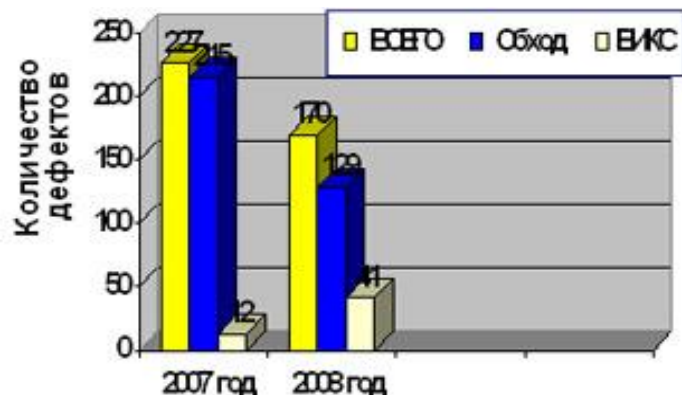
3. ...существует проблема в дистанционном обнаружении дефектных и поврежденных полимерных изоляторов, т.к. пробой может находиться в верхней части изолятора и быть невидим с земли. Применение УФ камер позволит решить эти проблемы. (?)

Опыт других сетевых предприятий в УФ-инспекции

1. Массово применялись дефектоскопы «Филин-3». На Всесоюзном совещании 1989 г. в Пятигорске подводились итоги первых 2-3 лет. В целом положительные, особенно в части обнаружения нулевых фарфоровых изоляторов. Хорошо применялись в Дальэнерго, Ставропольэнерго, Донбассэнерго, Омскэнерго, Свердловэнерго и др. Позже совещания не собирались.
2. Мне известны успехи применения дефектоскопа «Ф-6» для оценки состояния линейной изоляции ВЛ 110 кВ в «Бурятэнерго» (Рыков Евгений Владимирович).
3. Давно и в целом успешно используется дефектоскоп «Ф-6» и УФ- камера DayCor Super В в Алтайэнерго (Иноземцев Александр Васильевич). При использовании УФ-камеры они также используют «число событий короны», но с большим пониманием того, что они видят и, соответственно, с меньшим числом браковок. Избранные отрывки из их протоколов войдут в создаваемую нами базу данных в классе 110 кВ.

Успехи железнодорожников

1. Хананов В.В., Мизинцев А.В. [и др.]. Мобильная система диагностики изоляторов контактной сети по ультрафиолетовому излучению // Железные дороги мира. – 2006. – № 9. – С. 54 – 62.
2. Плотников Ю.И., Федоришин Ю.М., Демидов С.В. Ультрафиолетовая диагностика изоляции контактной сети: модернизация мобильной системы // Железные дороги мира. – 2009. – № 5. – С.53 – 60.
3. Железнов Ф.Д., Акулов В.А. [и др.]. Методы и средства повышения достоверности ультрафиолетовой диагностики изоляции контактной сети. – Ч 1. // Железные дороги мира. – 2011. – № 5.
4. Плотников Ю.И., Милованов С.В. [и др.]. Испытания портативного УФ-дефектоскопа SonoSAM6D в хозяйстве электроснабжения железных дорог / ПАНАТЕСТ



Количество выявленных УФ системой дефектных изоляторов в 2007 и 2008 гг. на Горьковской железной дороге

Успехи железнодорожников

О необходимости повышения эффективности УФ обследований изоляции и дополнительной закупке УФ камер для проведения диагностики путём пеших обходов отмечено в решениях Департамента (протокол № Цэт – 16/39 от 21.11.2008).


Испытания камеры CoroCAM6D проходили в соответствии с распоряжением «О назначении полигоном для испытаний УФ системы участок Муром – ст. Вековка»). Период испытаний: 13-14.08. 2013 г.

В качестве обобщённого критерия технического состояния изоляции использовалось показание встроенного в камеру счётчика. По МР Энергоатома детальному обследованию подвергалась лишь изоляция с $N \geq 1000$ имп./мин.

При $N \geq 3000$ имп. / мин. камера переводилась в режим работы с повышенной чувствительностью путём понижения частоты сканирования по УФ каналу – режим «интегрирования и накопления» сигнала (от 2 до 32 кадров, что соответствовало частоте кадров 12,2 – 1,28 кадров в секунду).

Успехи железнодорожников


За 2 дня испытаний (по 9-10 часов в день) было выявлено 6 дефектных гирлянд изоляторов. В том числе: КС 27,5 кВ – 4 (фарфор ПФ70): линия 10 кВ (СЦБ) – 1(стекло ШС 10); ВЛ 110 кВ – 1 (фарфор ПФ 70)

1.ст. Веновка, оп. 13ПГ, пункт группировки секция 24П Гирлянда из 4-х изоляторов ПФ70, фарфор. КС 27,5 кВ.		По р. № от Уф	Сопротивление изолятора, МОм	
			Рфакт	Рном
Сильная корона в районе шапки третьего (от U – напряжения) изолятора, показатель N=3460 имп./мин		1	0,9	>300
		2	100	>300
		3	3,5	>300
		4	20000	>300

Из 4-х изоляторов только один целый

2. ТП Муром, оп. 43Г. Гирлянда из 3-х изоляторов ПФ70 (врезной между питающим проводом и КП), фарфор. КС 27,5 кВ. Мощная корона в районе стержня первого от U изолятора N=88860 имп./мин		1	500	>300
		2	20000	>300
		3	20000	>300
		**	***	***

Все 3 изолятора в норме по сопротивлению

3. Ст. Теша, оп. 19, анкерка из 4-х изоляторов ПФ70, фарфор. КС 27,5 кВ.		1	10,2	>300
		2	4500	>300
Сильная корона в районе шапки первого от U изолятора N=3460 имп./мин		3	30	>300
		4	4000	>300

Из 4-х изоляторов только два целых

4. Ст. Теша, оп. 230 Линия ДПР (ближний), гирлянда из 3-х изоляторов ПФ70, фарфор. КС 27,5 кВ. Корона в районе стержня нижнего изолятора N=2220 имп./мин		1	5,5	>300
		2	0,7	>300
		3	10000	>300

Из 3-х изоляторов только один целый

Успехи железнодорожников

б. Район Ждановской ПС, опора ЛЭП, гирлянда из 7 подвесных изоляторов ПФ70, фарфор. ВЛ 110 кВ.



Сильная корона со стороны стержня первого снизу изолятора N=5220 имп./мин

Не	±	да	н-	ны	х
----	---	----	----	----	---

Гирлянда изоляторов ВЛ 110 кВ осталась непроверенной

5. ТП центр, оп. ЛР43, штыревой изолятор ШС10, стекло. 10 кВ, питание линии СЦБ.



	tgδφ %	tgδшор М, %
1	34,7	<2,0

Очень мощная корона в верхней части изолятора. Возможно сильное загрязнение или дефект N=77640 имп./мин

Тангенс δ изолятора оказался равным 34,7 % при норме 2%. Наличие дефектов в части заделки вязальной проволоки к изолятору не обнаружено.



После снятия и осмотра изолятора было отмечено место потемнения и окисления стекла изолятора из-за электрохимического воздействия УФ короны в районе его верхней части – шапки изолятора.

**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.**

Стандарт требует переработки, т.к.

- ✓ был написан под дефектоскоп «Филин-3» с морально устаревшим ЭОП и с серийным объективом «Юпитер -21» с регулируемой диафрагмой как способом количественной оценки силы света разрядных явлений;
- ✓ для оценки степени загрязнения использовался специфический фильтр-диспергатор под этот объектив;
- ✓ излишнее внимание уделялось обнаружению нулевых фарфоровых изоляторов;
- ✓ малая база данных и др.

Выводы

Специалисты, занимающиеся обследованием оборудования, зачастую возлагают необоснованно большие надежды на новые приборы и методики диагностирования.

Увы, без специальных знаний ни один прибор или методика не гарантируют постановку точного диагноза. Особенно это касается методов оптического контроля и ультрафиолетового, и инфракрасного (тепловизионного). В них роль эксперта остаётся решающей, о чём и свидетельствуют приведённые выше примеры дефектов, часть из которых дефектами не является. А о пропущенных дефектах не говорится вовсе.

В этой ситуации сдержанный оптимизм – наиболее подходит к оценке успехов УФ-инспекции!