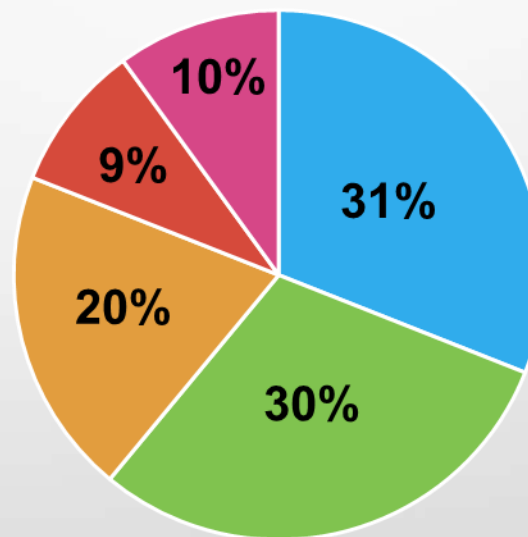


**Оценка целесообразности  
применения неразрушающих методов  
для профилактической диагностики  
изоляции кабелей 6-10 кВ**

## Удельная повреждаемость кабельных линий на 100 км

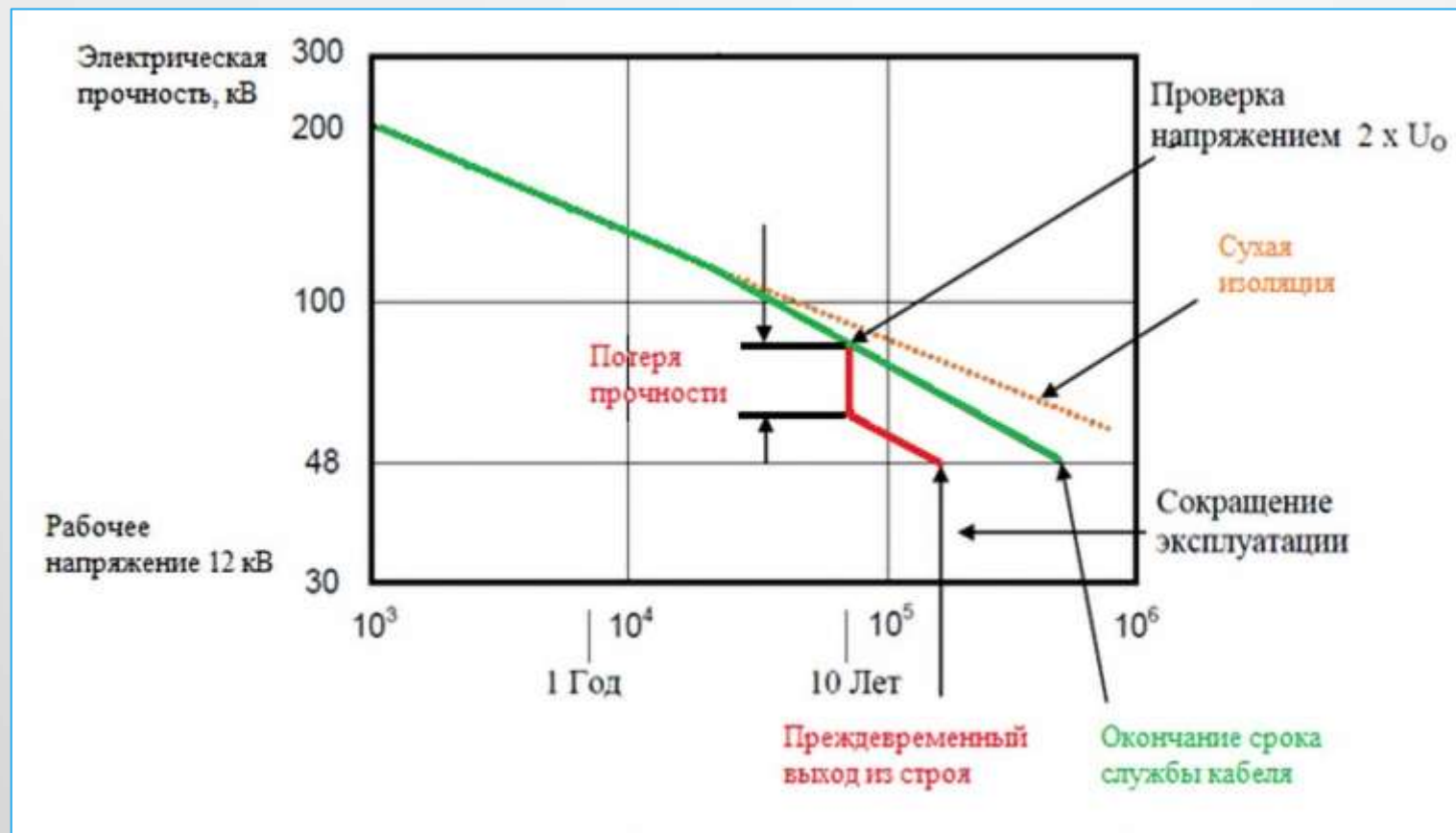
Год	6-10 кВ	35 кВ	110 кВ
2017	10,350	2,663	1,894
2018	11,697	2,353	1,997

## Причины повреждений кабельных линий



- Старение изоляции
- Дефекты прокладки
- Заводские дефекты

- Механические повреждения
- Коррозия



Сокращение ресурса изоляции от воздействия разрушающих методов проверки изоляции

# Цель и задачи исследования

Цель: предложить использование неразрушающих методов диагностики изоляции вместо разрушающих методов для профилактических испытаний.

Задачи:

- анализ существующих неразрушающих методов диагностики изоляции;
- оценка целесообразности применения этих методов.

# Существующие неразрушающие методы диагностики изоляции

Метод измерения сопротивления изоляции

Метод измерения коэффициентов абсорбции и поляризации

Метод измерения частичных разрядов

Метод измерения тангенса угла диэлектрических потерь

Метод измерения возвратного напряжения

Тепловизионный контроль

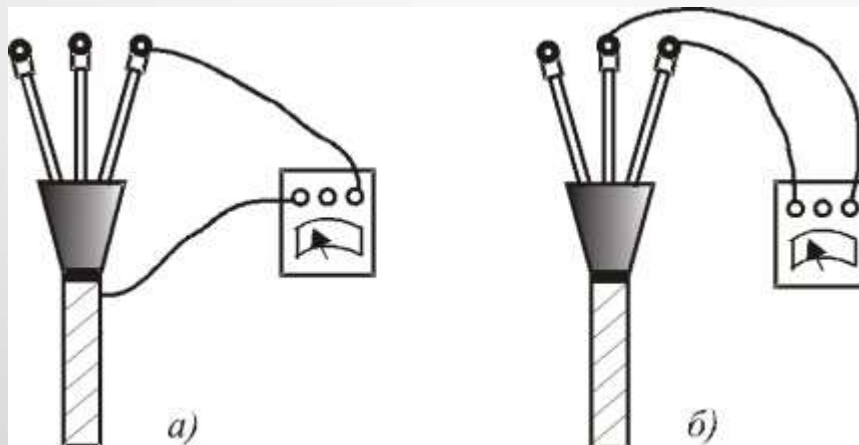
# Метод измерения сопротивления

Сопротивление изоляции измеряется при помощи мегаомметра. Для кабелей на напряжение до 1 кВ сопротивление должно составлять не менее 0,5 МОм. Для высоковольтных кабелей - не ниже 10 МОм.

Схема измерения сопротивления:

А) фазной изоляции

Б) междуфазной изоляции



# Метод измерения коэффициентов абсорбции и поляризации

Метод основан на измерении сопротивления, однако, критериями оценки являются значения коэффициентов абсорбции и поляризации:

$$K_a = \frac{R_{60}}{R_{15}}$$

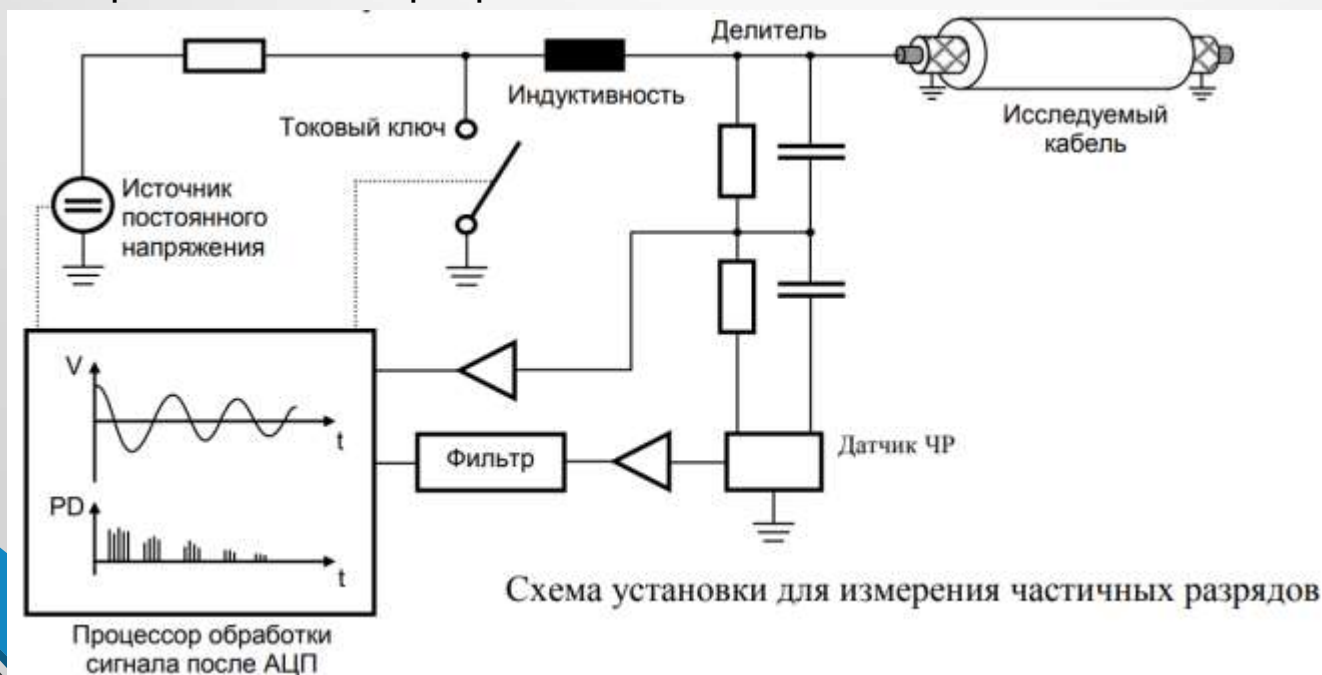
$$K_{\Pi} = \frac{R_{600}}{R_{60}}$$

Коэффициент абсорбции	Коэффициент поляризации	Состояние изоляции	Степень старения
$K_a > 1,6$	$K_{\Pi} > 4$	Работоспособное, норма	Старение отсутствует
$1,4 \leq K_a \leq 1,6$	$3 \leq K_{\Pi} \leq 4$	Работоспособное с незначительными отклонениями	Низкая степень старения
$1,25 \leq K_a < 1,4$	$2 \leq K_{\Pi} < 3$	Работоспособное со значительными отклонениями	Средняя степень старения, наблюдается тенденция к дальнейшей деградации изоляции
$1 < K_a < 1,25$	$1 < K_{\Pi} < 2$	Работоспособное ухудшенное	Сильное старение, ресурс изоляции ограничен
$K_a \leq 1$	$K_{\Pi} \leq 1$	Предельное	Предельная степень старения или наличие локального дефекта

# Метод измерения частичных разрядов

Суть метода: в линию подаются затухающие синусоидальные колебания, под воздействием которых в дефектах изоляции возникают частичные разряды, которые регистрируются с помощью специального оборудования. По результатам диагностики получают карту распределения ЧР по длине кабельной линии с основными характеристиками ЧР:

1. Испытательное напряжение частичных разрядов;
2. Напряжение возникновения частичных разрядов;
3. Напряжение гашения частичных разрядов;
4. Концентрация частичных разрядов в локальном месте;
5. Уровень частичных разрядов;
6. Карта частичных разрядов по длине кабельной линии.

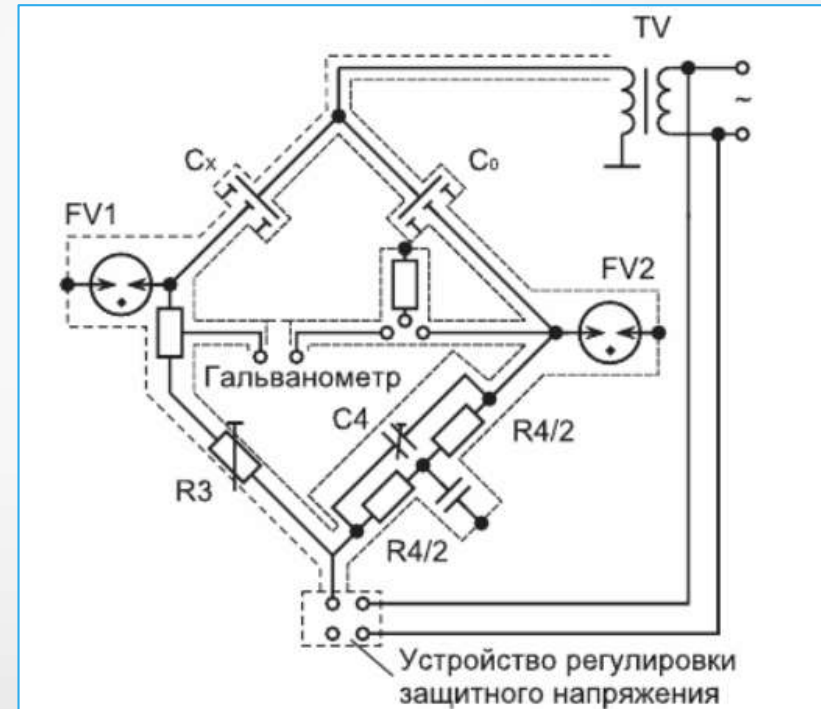




# Метод измерения тангенса угла диэлектрических потерь

Абсолютные значения  $\operatorname{tg}\delta$ , измеренные при напряжениях, близких к рабочему, а также его приращения при изменении испытательного напряжения и температуры, характеризуют качество исходных диэлектрических материалов и процесса производства кабелей.

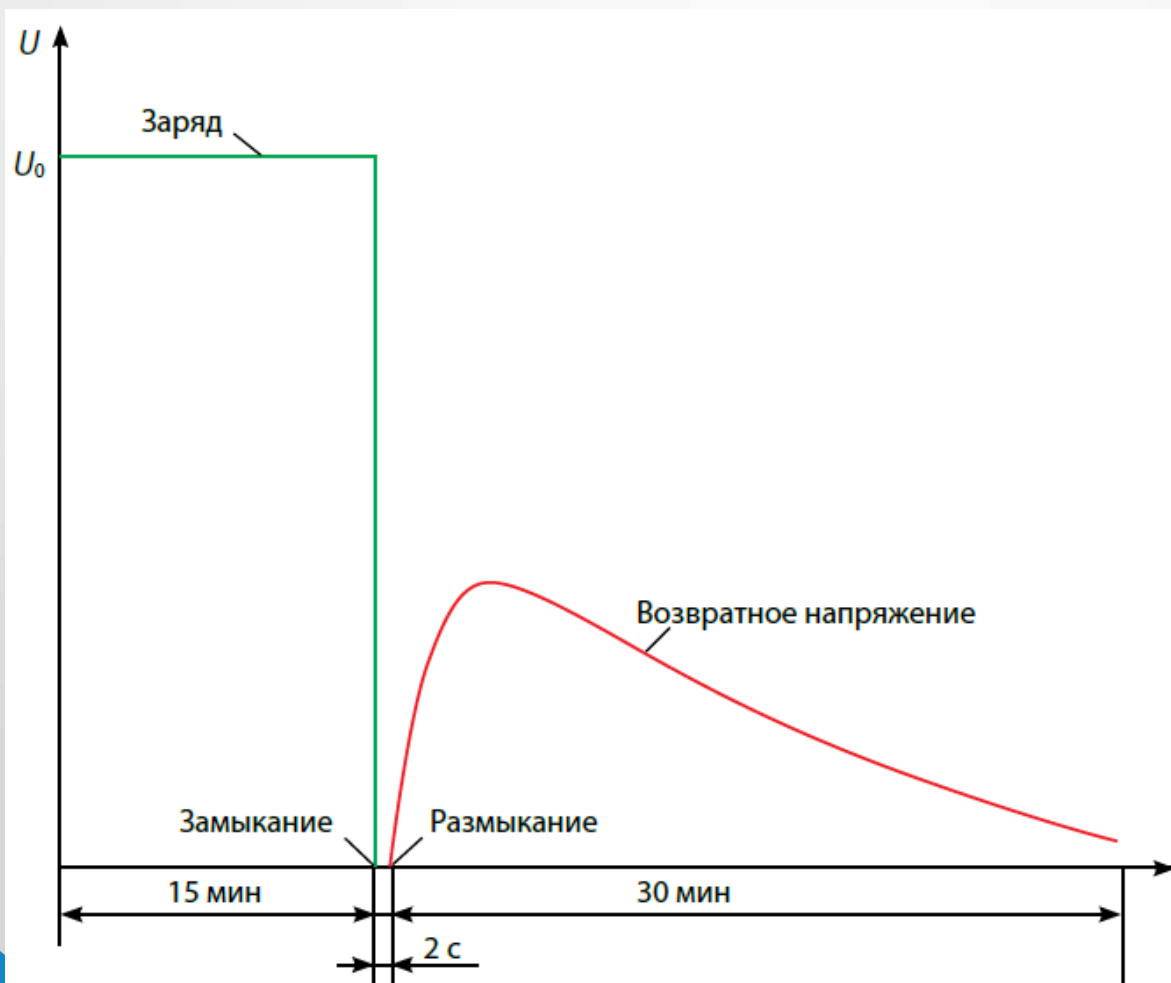
Для измерения величины диэлектрических потерь в изоляции силовых кабеле используются мосты переменного тока, собранные по прямой или перевернутой схеме



Принципиальная схема измерительного моста

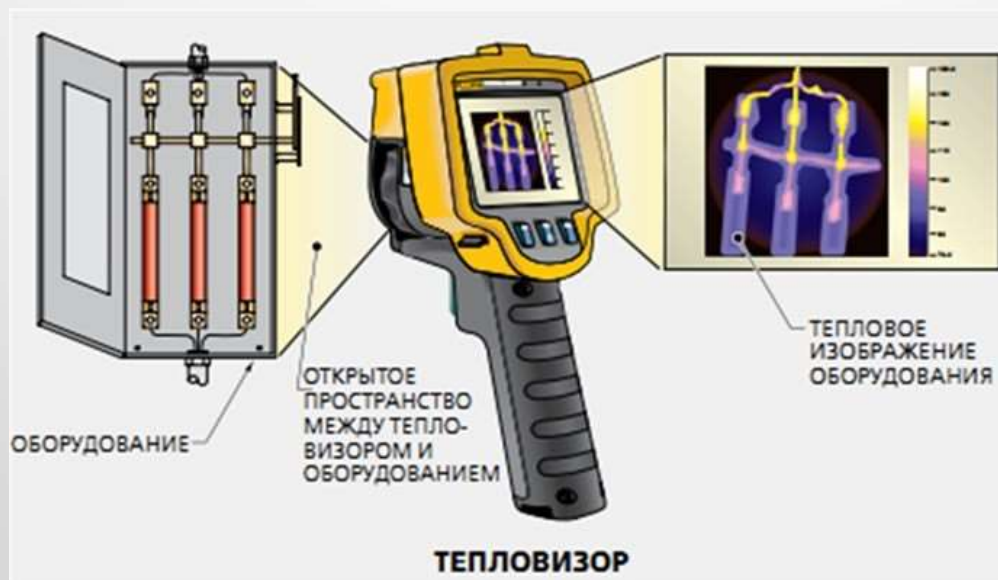
# Метод измерения возвратного напряжения

Суть метода: кабеля заряжается постоянным высоким напряжением в течении 15 минут, затем электроды изоляции замыкаются на 2 секунды и в течении 30 минут происходит измерение возвратного напряжения.



# Тепловизионный контроль

Обследование изоляции производится при помощи тепловизора. Тепловизионный контроль производится в рабочем состоянии оборудования, то есть под нагрузкой и напряжением. В месте возникновения дефекта будет происходить выделение большого количества тепла, что сможет зафиксировать тепловизор.



# Заключение

Проведенный анализ показал, что рационально будет комплексную диагностику изоляции, основанную на применении следующего ряда методов:

- метод измерения коэффициентов абсорбции и поляризации;
- метод измерения и анализа возвратного напряжения;
- метод измерения тангенса угла диэлектрических потерь.

Применение такого подхода позволит рационально планировать ремонты кабельных линий и сократить затраты на аварийные ремонты кабелей.