

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

В.А. Тухас¹, О.В. Олешук¹, Е.Г. Щербина², Е.В. Павлов²

Г. Москва, 23 апреля 2024 г.

1. ООО НПП «Прорыв»
2. ООО «1520 Сигнал»

Докладчик:
Генеральный директор ООО НПП «Прорыв», д.т.н.,
Тухас Вячеслав Анатольевич
т. 8(800) 505 98 02
chief@proryvnpp.ru

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Устройства защиты и автоматики должны максимально быстро прерывать уже фактически наступившие аварийные ситуации, в то же время само отключение оборудования и прерывание технологических процессов несут существенный ущерб.

Этот ущерб можно избежать, если прогнозировать наступление аварийной ситуации.

Предлагаются:

- технология прогноза остаточного ресурса УЗИП,
- технология прогноза нарушений в работе оборудования с использованием нейросети для событий с кумулятивным эффектом, таких как электрический пробой.

РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ

нацелены на управление надежностью (ГОСТ Р 27.607-2013) в приложении к электроэнергетической инфраструктуре на этапах эксплуатации.

Технологии реализуются на аттестованном и введенном в ГОСРЕЕСТР СИ оборудовании.

Сами технологии (полученные коэффициенты моделей, алгоритмы процесса принятия решений и СТО) являются собственностью Заказчика.

1. ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ И УСТАНОВЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К УЗИП (проблема «избыточности» защиты)

1. Мониторинг показателей качества электроэнергии (ПКЭ) в пунктах контроля, включая грозовые и коммутационные перенапряжения.
2. Установление требований к УЗИП по ослаблению МИП, НИП и мониторингу ПКЭ.
3. Ранжирование пунктов контроля по рискам аварий.

Этапы технологии прогноза остаточного ресурса УЗИП

1. Входные испытания УЗИП.
2. Эксплуатация УЗИП с контролем их состояния
3. Совершенствование УЗИП

1.1. Идентификация УЗИП

Решаемые задачи:

-статистика
надежности УЗИП в
эксплуатации.

1.2.. Входные испытания УЗИП

Решаемые задачи:

оценка способности
УЗИП выполнять
требуемые функции

1.3. Ресурсные испытания УЗИП

Решаемые задачи:

получение
значений
коэффициентов
модели наработки
УЗИП на отказ.

2. Контроль ресурса и периодические испытания УЗИП в эксплуатации

Решаемые задачи:

Управление
надежностью
объектов
железнодорожной
инфраструктуры

3. Анализ работы УЗИП с учетом электромагнитной обстановки в месте эксплуатации

Решаемые задачи:

совершенствование
защиты
оборудования в
месте эксплуатации

ВХОДНЫЕ И ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ УЗИП ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР «ПРОРЫВ-УЗИП»

Предназначен:

неразрушающие испытания УЗИП (разрядники, варисторы, комбинированные УЗИП) в диапазоне испытательных напряжений 0 – 2500 В (статическое напряжение пробоя) и испытания импульсом 1,2/50 мкс до 3 кВ (динамическое напряжение пробоя).

Обеспечивает:

- автоматическое протоколирование результатов испытаний,
- архивирование результатов испытаний.

ИГ «Прорыв-УЗИП» сертифицирован (ТР ТС 004/2011, ТР ТС 020/2011), зарегистрирован в Реестре средств измерений, испытательного оборудования и методик измерений, применяемых в ОАО «РЖД».

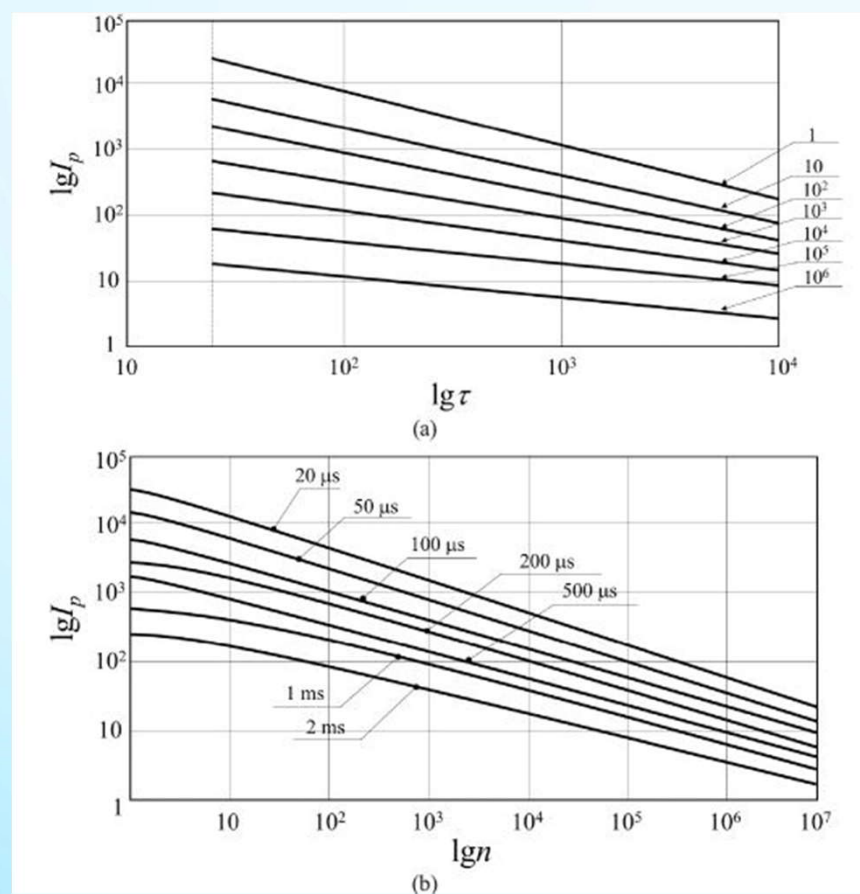


ОЦЕНКА СРОКА СЛУЖБЫ УЗИП В ЭКСПЛУАТАЦИИ (ж. Технологии ЭМС 2023, N 4 (87))

ДОПУЩЕНИЯ:

1. Ресурс УЗИП расходуется главным образом при прохождении в цепи УЗИП импульсов тока.
2. 100% расход ресурса (наработка до отказа) наступает при прохождении в цепи УЗИП определенного количества n импульсов тока ($I_m, \tau_{им}$), о чем свидетельствует выход паспортных характеристик УЗИП за установленные пределы.

РЕЗУЛЬТАТ: коэффициенты модели распределения Вейбулла для расчета наработки УЗИП на отказ.



ОЦЕНКА ЗАЩИТЫ УЗИП ПРИ ПОВТОРЯЮЩИХСЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ БЫСТРЫХ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССАХ (ПАЧКАХ)

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

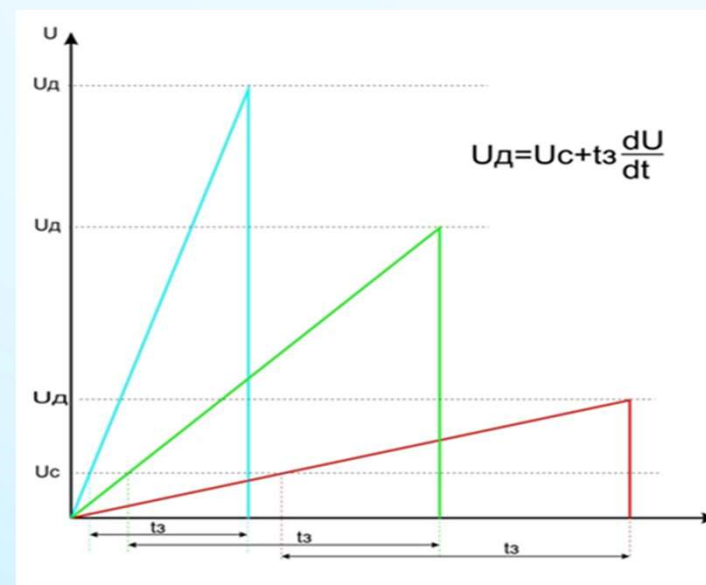
Электрические быстрые переходные процессы (пачки) возникают при коммутации индуктивных нагрузок (ГОСТ IEC 61000-4-4-2016).

При подаче на УЗИП импульсного напряжения амплитудой 4 кВ в случае волны 1,2/50 мкс (грозовой разряд - МИП) получаем скорость нарастания напряжения dU/dt – 4 В/нс,

при переходных процессах – НИП, dU/dt в 200 РАЗ БОЛЬШЕ - 800 В/нс.

ВЫВОД:

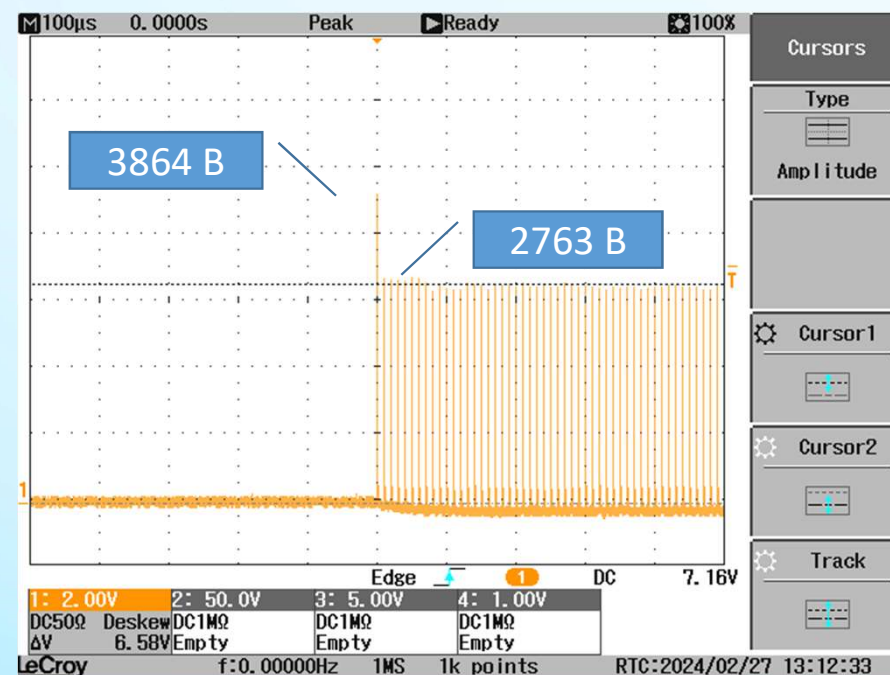
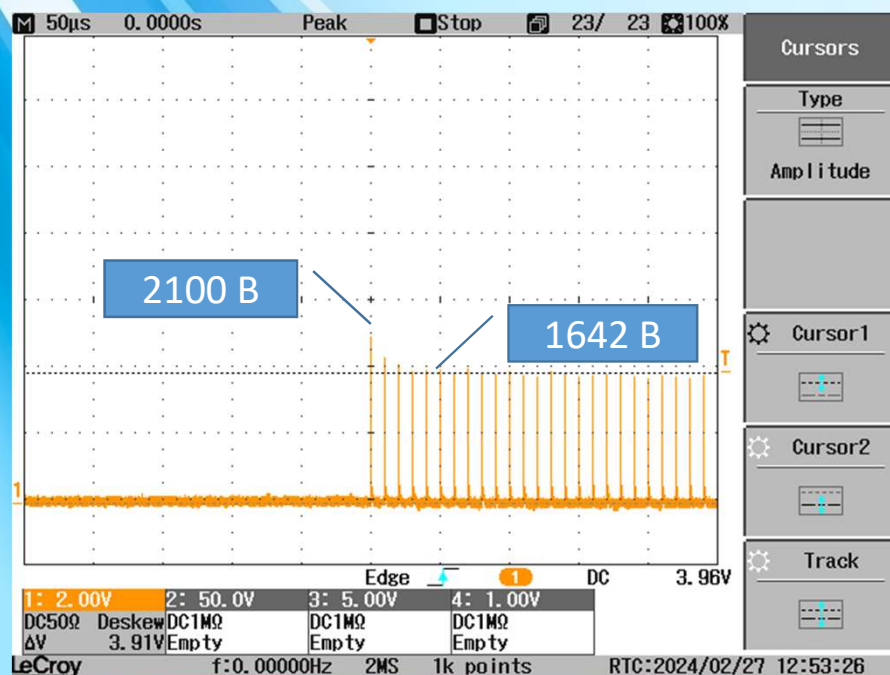
Динамическое напряжение пробоя разрядника в составе УЗИП при коммутационных перенапряжениях ВОЗРАСТЕТ!



РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ УЗИП НА ВОЗДЕЙСТВИЯ НИП

ИГН 4.1 М: $U = 2$ кВ, частота следования импульсов в пачке 100 кГц

ИГН 4.1 М: $U = 4$ кВ, частота следования импульсов в пачке 100 кГц



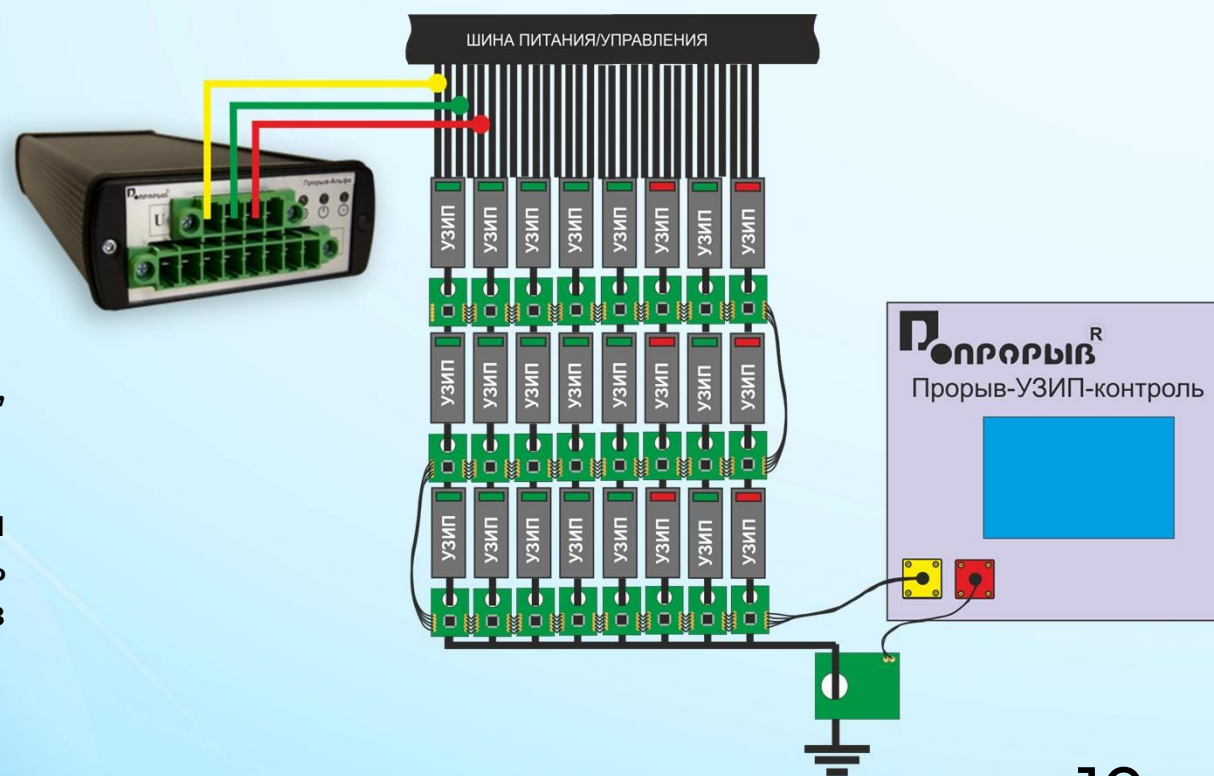
ВЫВОД: УЗИП (разрядник + варистор) не защищает от воздействий НИП

Совершенствование УЗИП на основе регистрации МИП (грозовые воздействия, НИП (коммутационные перенапряжения) и показателей качества электроэнергии.

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ СРЕДСТВО
ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ С
ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТЬЮ
«ПРОРЫВ- АЛЬФА»**

Измерение свыше 1250 параметров.,
регистрация МИП и НИП, web – сервер.

Обработка измерений искусственной
нейронной сетью позволяет регистрировать
предвестники событий пробоя для прогноз
уязвимостей.



ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГНОЗА УЯЗВИМОСТЕЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ СРЕДСТВАМИ ИЗМЕРЕНИЯ С ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТЬЮ

1. Установка ИСИ «Прорыв-Альфа» в пункте контроля.
Результат: формирование «электроэнергетического портрета» энергосети (14 дней) - набор кластеров.
2. Настройка ИНС в пункте контроля на регистрацию типового решения – электрического пробоя.

В результате ИСИ «Прорыв-Альфа» в пункте контроля обеспечивает достоверный прогноз и реакцию на типовое событие в режиме реального времени.

Возможна перенастройка ИСИ «Прорыв-Альфа» на прогноз других уязвимостей (например несанкционированное подключение потребителей).

ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Проведение опытно-промышленной эксплуатации технологий на участках ОАО «РЖД», где риск сбоя оборудования может вырасти при строительстве высокоскоростных железнодорожных магистралей, например, Москва – СПб.