НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Р. Е. Алексеева

УСТОЙЧИВЫЙ МЕТОД ОДНОСТОРОННЕГО ОПРЕДЕЛНИЯ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ ПО ПАРАМЕТРАМ АВАРИЙНОГО РЕЖИМА ДЛЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ С ЗАЗЕМЛЕННЫМ ГРОЗОТРОСОМ

Чернеев Павел Павлович, НГТУ им. Р. Е. Алексеева,
г. Нижний Новгород
Куликов Александр Леонидович , НГТУ им. Р. Е. Алексеева,
г. Нижний Новгород
Федосов Денис Сергеевич, ИРНИТУ,
г. Иркутск

Введение

1. **Применение оптического кабеля, встроенного в грозозащитный трос (ОКГТ), требует заземления грозотроса на каждой опоре.**
2. **При заземлении грозотроса путь протекания токов нулевой последовательности проходит по фазным проводам, земле и заземленному грозотросу в нейтраль трансформатора. Сопротивление ГТ вносит дополнительную реактивную составляющую в сопротивление повреждения.**
3. **Существующие алгоритмы одностороннего ОМП по параметрам аварийного режима реализованы с учетом некоторых допущений о параметрах линии, сети и повреждения.**

НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Р. Е. Алексеева

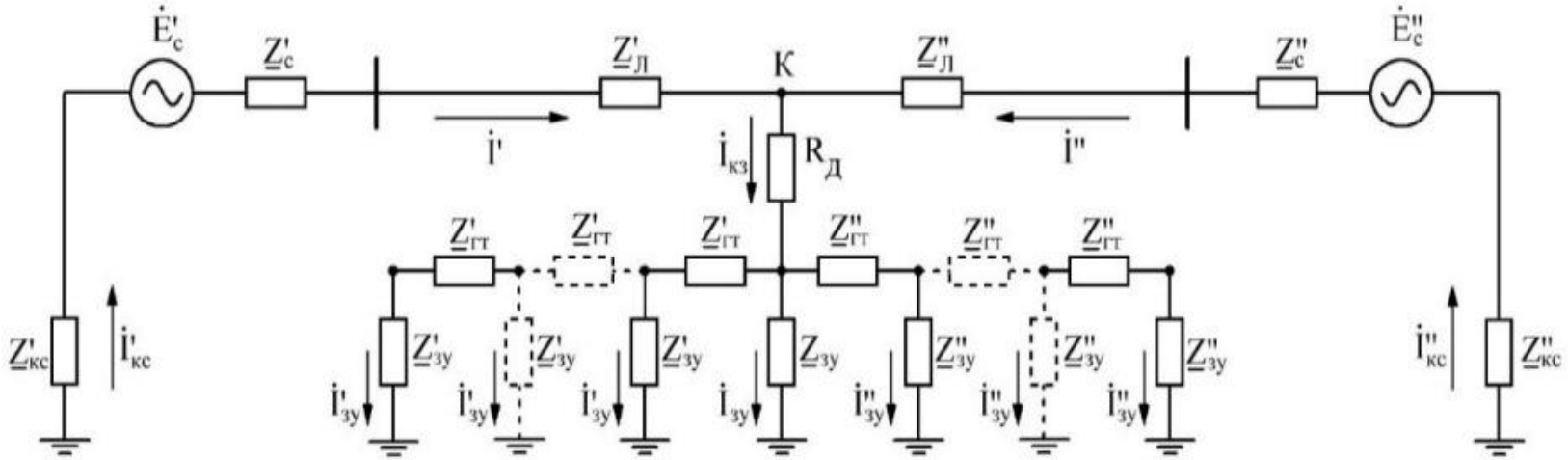
Устойчивость алгоритмов определения места повреждения

Конструктивные параметры	**Климатические параметры**	**Параметры сети**	**Параметры замыкания**
- Способ заземления ГТ; - Удельные параметры ГТ; - Высота подвески ГТ.	Сопротивление ЗУ опоры, которое характеризуется: - Климатическими характеристики района; - Реальными погодные условия.	- Сдвиг в углах ЭДС питающих энергосистем; - Сопротивление системы удаленного конца ЛЭП.	Переходное сопротивление в месте замыкания, включающее в себя: - Сопротивление дуги, - Сопротивление ЗУ опоры, - Сопротивление ГТ.

Определение места повреждения на ЛЭП с заземленным грозозащитным тросом

Полное сопротивление повреждения:

$$\underline{Z}_{\text{П}} = \underline{Z}_{\text{С}} + \underline{Z}_{\text{зу.с}} + \underline{Z}_{\text{Л}} + \underline{R}_{\text{Д}} + \underline{Z}_{\text{зу}} + \underline{Z}_{\text{гт}}$$



Эквивалентная схема замещения ВЛ с заземленным грозозащитным тросом

Модифицированный алгоритм одностороннего метода ОМП

Замер сопротивления в месте установки устройства ОМП:

$$\underline{Z'} = \frac{\dot{U}'}{\dot{I}'} = \underline{Z}_{1\text{уд.л}} \cdot L_K + \frac{\dot{I}_K}{\dot{I}'} \cdot R_{\text{п}} \quad (1),$$

Ошибка замера сопротивления:

$$\Delta\underline{Z'} = \frac{\dot{I}_K}{\dot{I}'} \cdot R_{\text{п}} \quad (2),$$

Удельная ошибка замера сопротивления:

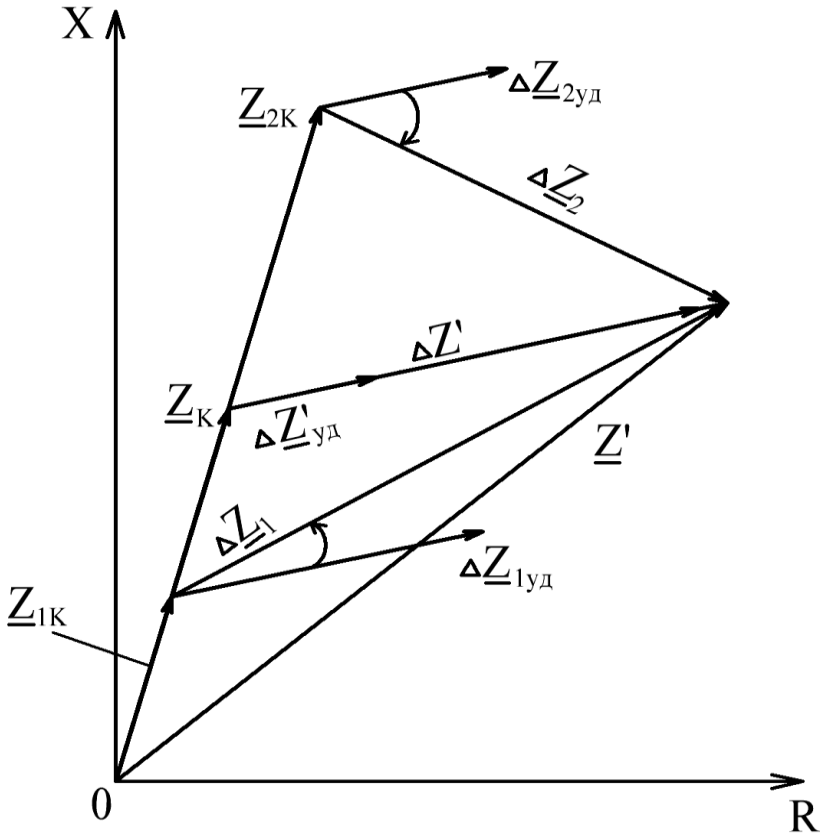
$$\Delta\underline{Z'}_{\text{уд}} = \frac{\dot{I}_K}{\dot{I}'} \quad (3)$$

Ток в месте повреждения и коэффициент токораспределения:

$$\dot{I}_{\#K} = \dot{I'}_{\#} \cdot \underline{K}_{\text{ток}\#}, \quad \underline{K}_{\text{ток}\#} = \frac{Z''_{\#\text{с}}}{Z'_{\#\text{с}} + \underline{Z}_{\#\text{л}} + Z''_{\#\text{с}}} \quad (4).$$

$\dot{U}', \dot{I}'$ – напряжение и ток в месте установки устройства ОМП;
$\underline{Z}_{1\text{уд.л}}$ – удельное сопротивление лини;
L_K – расстояние до места повреждения;
$\dot{I}_K$ – ток в месте повреждения;
$R_{\text{п}}$ – переходное сопротивление в месте повреждения.
- индекс последовательности.

Модифицированный алгоритм одностороннего метода ОМП



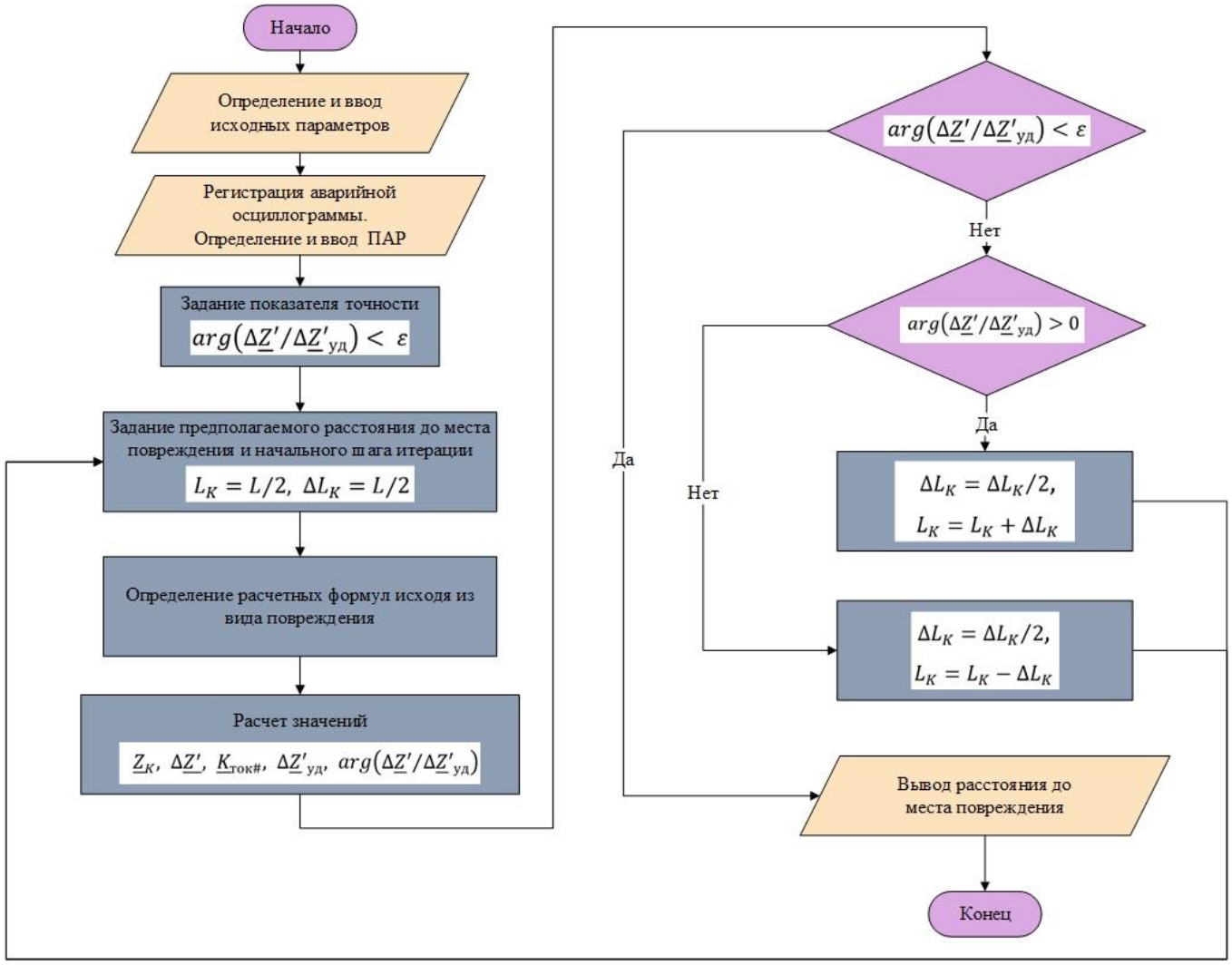
Соотношение векторов сопротивления для пояснения модифицированного алгоритма

Модифицированный алгоритм одностороннего метода ОМП

Вид повреждения	$\Delta\underline{Z}'$	$\Delta\underline{Z}'_{уд}$
Однофазное КЗ	$\frac{3\cdot \dot{I}'_0 \cdot R_п}{\left(\dot{I}' + \underline{K}\cdot \dot{I}'_0\right)\cdot \underline{K}_{ток0}}$	$\frac{3\cdot \dot{I}'_0}{\left(\dot{I}' + \underline{K}\cdot \dot{I}'_0\right)\cdot \underline{K}_{ток0}}$
Двухфазное КЗ	$\frac{\left(\dot{I}'_{2B} - \dot{I}'_{2C}\right)\cdot R_п}{\left(\dot{I}'_B - \dot{I}'_C\right)\cdot \underline{K}_{ток2}}$	$\frac{\dot{I}'_{2B} - \dot{I}'_{2C}}{\left(\dot{I}'_B - \dot{I}'_C\right)\cdot \underline{K}_{ток2}}$
Двухфазное КЗ на землю	$\frac{\left(\dot{I}'_{2B} - \dot{I}'_{2C}\right)\cdot R_п}{\left(\dot{I}'_B - \dot{I}'_C\right)\cdot \underline{K}_{ток2}}$	$\frac{\dot{I}'_{2B} - \dot{I}'_{2C}}{\left(\dot{I}'_B - \dot{I}'_C\right)\cdot \underline{K}_{ток2}}$

НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Р. Е. Алексеева

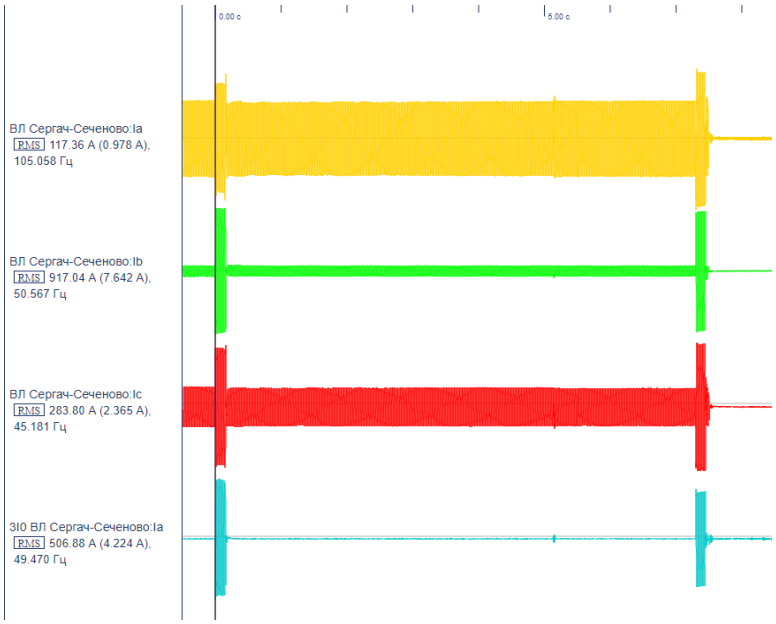
Модифицированный алгоритм одностороннего метода ОМП



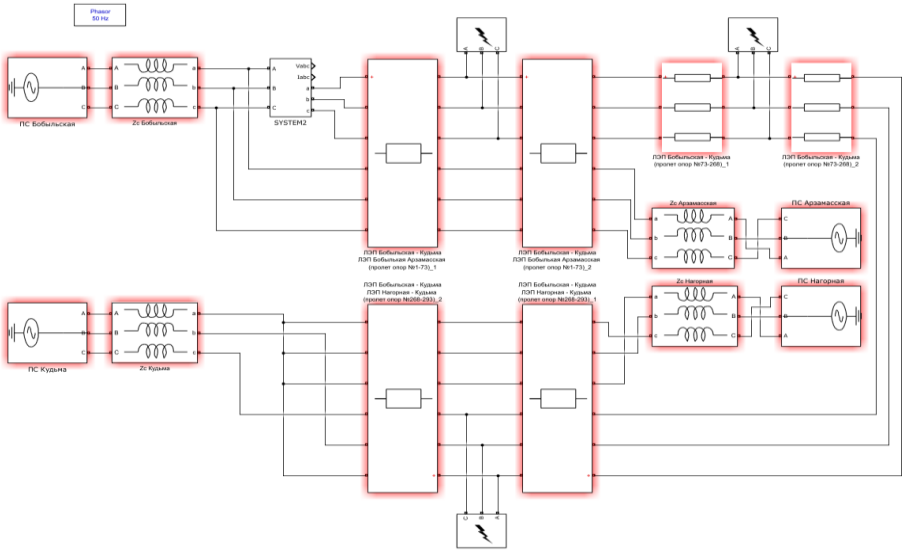
Блок-схема предлагаемого алгоритма

НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Р. Е. Алексеева

Испытание метода на аварийных осциллограммах



Осциллограмма токов и напряжений



Имитационная модель ВЛ 220 Сергач - Сеченово

НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Р. Е. Алексеева

Результаты

Результаты ОМП

Метод ОМП	L-метр	Метод Wiszniewski	Метод Аржанникова	Метод Висящева	Предлагаемый метод
Расчетное расстояние до места повреждения, км	35,85	31,28	30,72	28,65	21,54
Относительная погрешность, %	22,35	15,09	14,20	10,91	0,40

Длина ВЛ 220 кВ Сергач – Сеченово – 62,9 км.
Фактическое расстояние до места повреждения – 21,79 км.

Выводы

1. **При расчете сопротивления повреждения наблюдается как активная, так и реактивная составляющая. Расчетное сопротивление повреждения, для рассмотренного повреждения, составляет: 20,9569+j2,3956 Ом.**
2. **Предлагаемый алгоритм позволяет компенсировать влияние реактивной составляющей сопротивления повреждения. Таким образом, повышая точность ОМП.**
3. **Необходима разработка специализированных метод ОМП для ЛЭП с заземленным ГТ или универсальных методов ОМП. Такой метод должен учитывать или быть устойчив к влиянию реактивной составляющей сопротивления повреждения, а также к влиянию труднопредсказуемых или случайных параметров сети.**
4. **Новый метод ОМП рекомендуется к реализации в виде программного обеспечения для устройств ОМП, а также терминалов релейной защиты и автоматики.**

НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Р. Е. Алексеева

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!