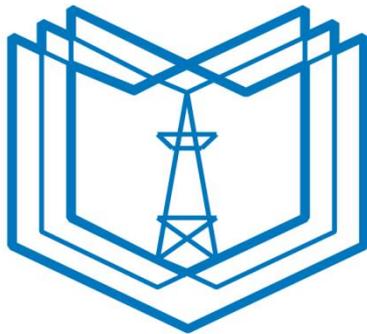


КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

50 лет движения вперед



КГЭУ



АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ПОГРЕШНОСТИ МОДЕЛЬНОГО ВОМП НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Хузяшев.Р.Г, Минаев И.А., Сарычев Д.В.

Практическое внедрение комплексов поиска места повреждения в распределительных сетях среднего класса напряжений, не теряет своей актуальности. Широкое распространение получили топографические датчики ИКЗ, монтируемые на проводах линии. Недостатком датчиков является большая зона поиска места повреждения равная нескольким километрам. В настоящее время на магистральных линиях высокого класса напряжений используется двусторонний алгоритм волнового определения места повреждения (ВОМП) основанный на формульном выражении:

$$X = \frac{L}{2} - dT \cdot \frac{V}{2} \quad (1),$$

где X – расстояние до места повреждения (МП), L – длина линии, dT – временная задержка прихода бегущей волны от МП в разные концы линии, V – скорость распространения бегущей волны. ВОМП обладает малой погрешностью определения МП, не превышающей нескольких десятков метров.



В распределительных сетях среднего класса напряжения с древовидной структурой место повреждения и скорость распространения бегущей волны от места повреждения (МП) определяются модельным ВОМП, основанном на поиске минимума целевой функции состоящей из сумм всех возможных парных разностей начал сигнала переходных процессов (СПП) в разных концах ответвлений, полученных экспериментально и расчетным методом при варьировании расчетного МП и расчетной скорости распространения бегущей волны.

Целью нашего исследования является анализ погрешности модельного ВОМП и ее зависимости от погрешностей исходных данных.

В модельном и формульном по выражению (1), ВОМП используются два многомерных параметра (длина линии, начало СПП) и скорость распространения бегущей волны. Длины сегментов линий измеряются по спутниковым картам. Погрешность определения межопорных расстояний, а следовательно, и длин сегментов сети достаточно мала, и не превышает суммарно единиц метров.

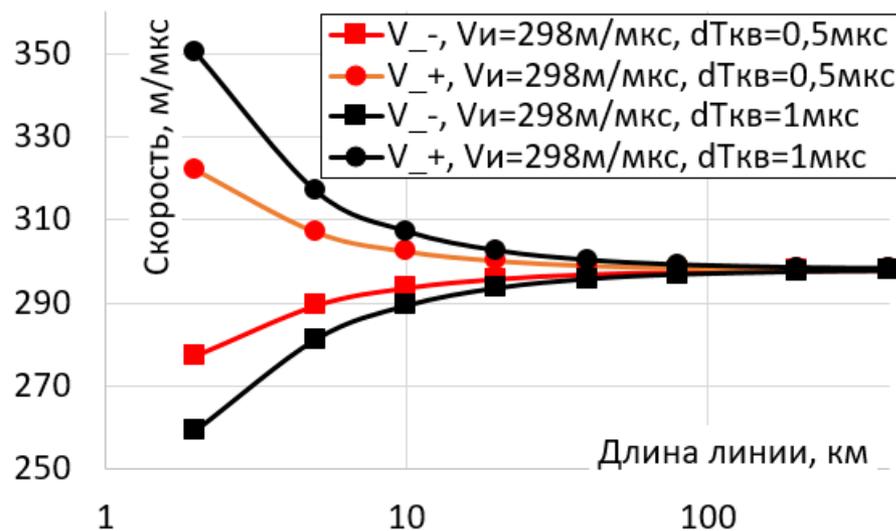
Погрешность определения начала СПП зависит от многих факторов, но она не может быть меньше интервала временной дискретизации входного сигнала. При интервале дискретизации сигнала равном $dT_{кв}=0,54..мкс$ максимальная погрешность ВОМП, согласно выражению (1), достигает значений порядка 79м.

Экспериментально определяемая скорость V распространения бегущей волны определяется при плановых включениях линии под напряжение по выражению

$$V_{-+} = L / (L/V_{и+} - dT_{кв}) \quad (2),$$

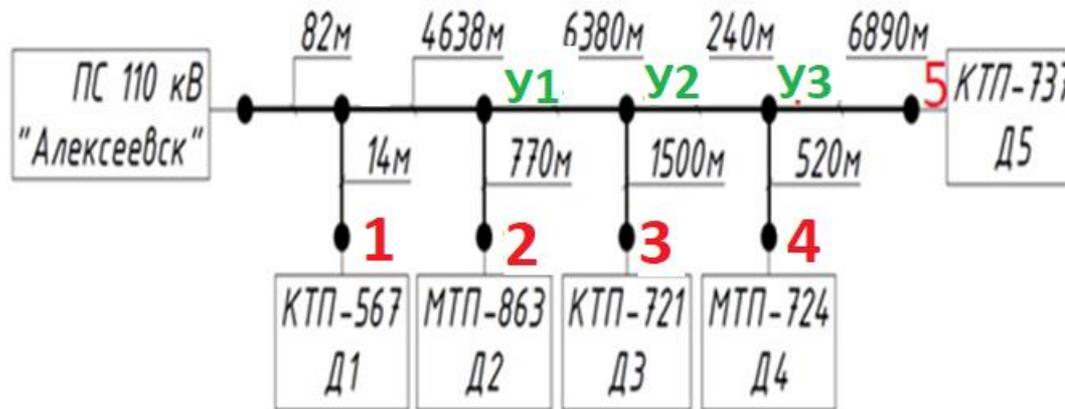
где L – длина линии, $V_{и}$ – истинная скорость распространения бегущей волны, $dT_{кв}$ – интервал временной дискретизации сигнала, определяющий погрешность измерения его начала.

На графике показаны граничные значения скоростей V_{-+} при $V_{и}=295-300$ м/мкс и при разных L и $dT_{кв}$, определяющих потенциальную погрешность его экспериментального определения. При уменьшении длины линии до единиц километров интервал отклонения расчетной скорости от истинной величины достигает нескольких десятков м/мкс.



При многосторонней регистрации сигналов в распределительных сетях (см.рис.) имеется возможность уменьшить погрешность определения скорости за счет использования пар датчиков с максимальным расстоянием между парами, когда второе слагаемое в знаменателе (3) значительно меньше первого слагаемого, а источником сигнала является узел ответвления между ними.

$$V_{+-} = (L - 2 * X) / (L / V_{и+-} - dT_{кв}) \quad (3).$$

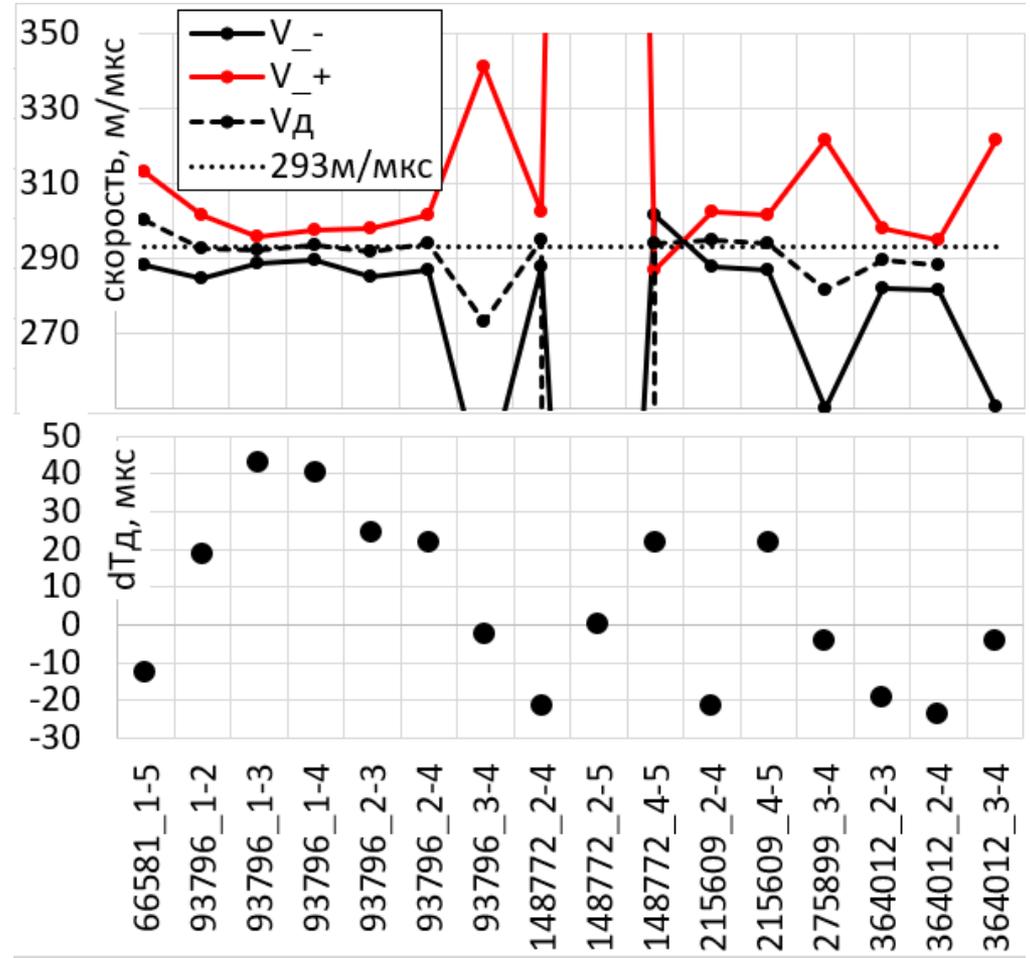


Для последующего анализа были использованы семь аварийных событий зарегистрированных в этой сети комплексом СКАТ-ВОМП производства ООО «Ойл», для которых были определены МП на местности.



На рисунке показаны граничные значения скоростей V_{-+} при $dT_{кв}=0,54\text{мкс}$, рассчитанные по выражению (3) для всех пар датчиков (группа №1) экспериментально зарегистрировавших аварийные сигналы бегущих волн, когда истинное МП находится на смежных сегментах к рассматриваемой паре датчиков, а виртуальным МП для этой пары является узел между датчиками.

Величина размаха обратна пропорциональна величине dT_d и значительно увеличивается при малых dT_d (нижний график). Скорость экспериментально определенная по паре 93796_1-3, имеющей наибольшую величину $dT_d=42\text{мкс}$, составляет 293м/мкс .

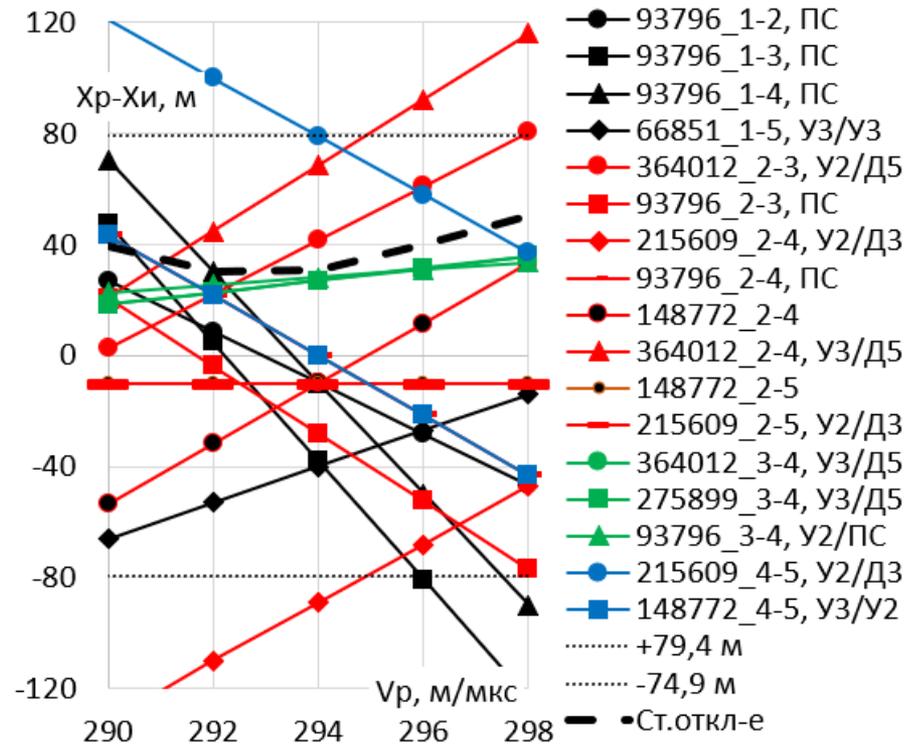


На оси абсцисс указаны номера аварийного события и номера пар датчиков разделенные дефисом.



На рисунке, для пар датчиков группы №1 построено распределение погрешности ВОМП, как разность координат расчетного ВОМП и координаты узла $dX = X_p - X_u$, для интервала 290-298 м/мкс скоростей распространения бегущей волны.

Ненулевая погрешность ВОМП обусловлена погрешностью единственного параметра в выражении (1) – величины dT . Величина погрешности ВОМП при истинной скорости находится в пределах $\pm 79,4$ м, определяемой погрешностью величины dT_d . Черная прерывистая линия отображает стандартное отклонение погрешности с минимальным значением равным 293 м/мкс.



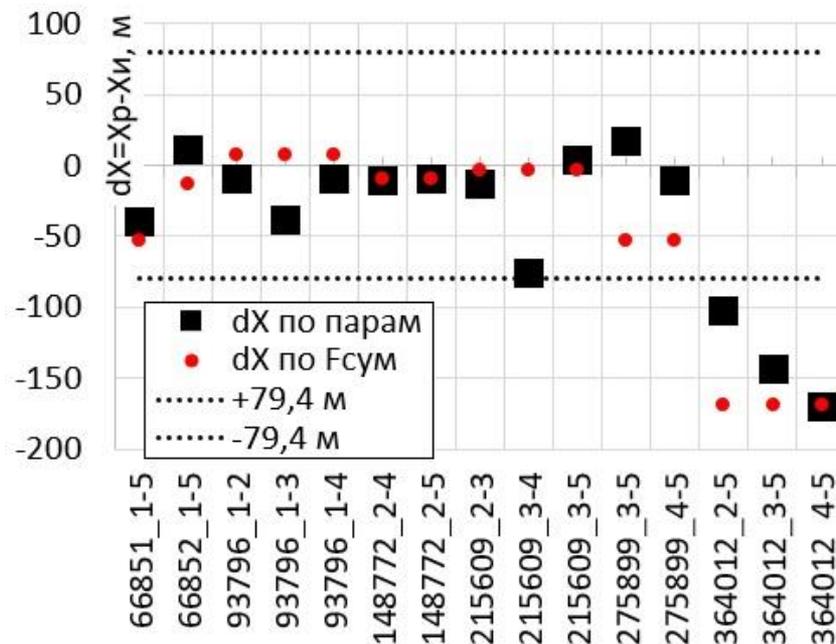
Обнуление ненулевой погрешности ВОМП соответствующей корректировкой величин начала сигналов во временном интервале неопределенности $dT_{кв}$ позволяет уменьшить погрешность определения истинного МП.



На рисунке, для оставшихся пар датчиков группы №2, когда истинное МП находится между парой датчиков, построено распределение погрешности ВОМП, с использованием информации от выездной бригады определившей МП.

Одно событие №364012 из семи с истинным МП внутри пар датчиков группы №2, показывают погрешность ВОМП (рис.6) превышающую 79,4 м, связанную с погрешностью определения начала СПП.

Наиболее вероятной причиной этого является искажение информации, полученной от оперативной бригады.



Представлены результаты работы автоматизированного комплекса СКАТ-ВОМП производства ООО «Ойл» информирующего диспетчера электрических сетей о МП в онлайн режиме.

Экспериментально полученные результаты подтверждают работоспособность комплекса ВОМП в электрических сетях с древовидной структурой и указывают пути дальнейшего снижения ее погрешности.



Спасибо
за внимание

Хузяшев Рустэм

Газизович

КГЭУ, к.ф.-м.н., доцент каф. «ЭСиС»

E-mail: 142892@mail.ru

