

«DiLin» - система мониторинга и диагностики технического состояния воздушных линий

Более половины всех перерывов в энергоснабжении потребителей происходит из-за проблем в воздушных линиях электропередачи.

Причины отключения ЛЭП можно разделить на три основные группы:

- Проблемы деградации подвесной изоляции, развивающиеся достаточно медленно, в течение значительного интервала времени. Это внутренние дефекты подвесной изоляции линии, поверхностное загрязнение.

- Проблемы ЛЭП, развивающиеся сравнительно быстро, за несколько часов. К ним относятся атмосферные факторы - появление обледенения проводов, атмосферное увлажнение загрязненной подвесной изоляции.

- Проблемы электромагнитных и динамических воздействий на линию, к которым следует отнести высоковольтные импульсные перенапряжения различной природы, все типы замыкания проводов линии между собой и на землю.

Уменьшить влияние всего этого комплекса факторов на надежность работы высоковольтных ЛЭП, а в некоторых случаях и выявить их на ранних стадиях развития, можно, используя систему мониторинга марки «DiLin».

Система мониторинга состояния воздушных линий «DiLin» предназначена для:

- Определения текущей технологической способности линии обеспечивать повышенную пропускную способность.

- Проведения оперативной оценки состояния подвесной изоляции ЛЭП, выявления дефектов, оценки степени развития дефектов.

- Регистрации переходных процессов в линии с целью точной локации мест возникновения дефектов вдоль линии. Подготовка конкретных рекомендаций по планированию и проведению ремонтных работ.

- Создания условий для комплексного анализа работы путей транзита электрической энергии исходя из прогнозирования изменения технического состояния воздушных линий.

Система «DiLin» состоит из трех основных элементов:

- DiLin-Sensor – первичные датчики системы мониторинга, монтируемые на проводах контролируемой воздушной линии. Вся зарегистрированная и обработанная датчиками информация передается в систему по радиоканалу.

- DiLin-Observer – локальный центральный модуль системы мониторинга, предназначенный для сбора информации с первичных датчиков марки DiLin-Sensor. Монтируется на каждой



стороне линии, собирает и передает информацию в компьютер системы.

- Комплекс программ марки «DiLin-iNVA» – математическое обеспечение верхнего уровня, объединяющее информацию от локальных узлов DiLin-Observer, реализующий комплексные диагностические функции системы.

Интеллектуальный датчик DiLin-Sensor.

При помощи датчика DiLin-Sensor, монтируемого на проводах линии, производится регистрация и анализ комплексной информации о техническом состоянии ЛЭП:

- Температура проводов ЛЭП.
- Величина тока в линии.
- Механические 3D колебания проводов.
- Параметры окружающего воздуха - температура и влажность.
- Наличие обледенения проводов.
- Локация мест возникновения дефектов в линии.

Датчик DiLin-Sensor изготовлен в виде цилиндра, монтируемого на проводах ЛЭП, имеет диаметр 200 мм и длину 300мм. Модификация датчика DiLin-Sensor/G+ с встроенным импульсным генератором для контроля обледенения проводов имеет увеличенную до 400 мм длину.

Питание всех электронных компонентов датчика производится от тока нагрузки, протекающего в проводах ЛЭП. Для передачи зарегистрированной информации «на землю» используется стандартный радиоканал или GSM связь.

Встроенный в датчик модуль радиосвязи реализует протокол ZigBee. Мощность передатчика достаточна для организации надежной связи с максимальным расстоянием между датчиками и базовым прибором DiLin-Observer до 1500 метров.

Модуль DiLin-Observer – базовая станция сбора информации.

Базовая локальная станция системы мониторинга марки DiLin-Observer располагается «на земле» и не имеет гальванической связи с высоким напряжением. Она предназначена для сбора и передачи информации на центральный компьютер системы по любым существующим каналам связи.

Питание базовой станции осуществляется от обычной сети переменного тока, или от оперативного постоянного напряжения подстанции, или же от солнечной батареи и накопительного аккумулятора, если стационарного питания нет.

При помощи одной базовой станции можно контролировать практическое любое количество датчиков



DiLin-Sensor, смонтированных на проводах ЛЭП. Это касается всех подходящих и отходящих линий от одной распределительной подстанции.

Диагностические алгоритмы системы.

1. Контроль состояния подвесной изоляции.

Частой причиной отключения воздушных линий являются проблемы с подвесной изоляцией. Чаще всего это проблемы возникают с изоляторами, особенно полимерными. Это могут быть внутренние дефекты или поверхностное загрязнение. Возникновение таких дефектов всегда сопровождается увеличением разрядной активности.

Для контроля состояния подвесной изоляции ЛЭП датчики марки DiLin-Sensor должны монтироваться на обоих концах линии. Благодаря синхронизации датчиков по сигналам GPS за счет встроенных приемников GSM/GLONASS, удается с очень высокой точностью производить регистрацию импульсов на концах линии.

При помощи ПО «DiLin-iNVA» анализируется разница во времени прихода импульсов к двум сторонам линии. На основании анализа выявленной разновременности прихода импульсов удается определять место возникновения дефекта в подвесной изоляции с очень высокой точностью, вплоть до «одной опоры».

2. Контроль замыкания проводов между собой.

При помощи двух синхронизированных датчиков на концах линии можно определять места возникновения замыканий между проводами линии. В основе такой диагностики лежит анализ разновременности прихода импульсов от короткого замыкания.

Достоинством такого контроля мест замыканий проводов является то, что локация производится непосредственно в момент возникновения замыкания. Поэтому для системы DiLin нет никакой разницы в том, является замыкание стационарным или же самоустраняющимся, всегда определение места замыкания производится одинаково эффективно.

3. Контроль механических колебаний проводов.

Встроенный в датчик DiLin-Sensor 3D акселерометр позволяет контролировать все пространственные перемещения проводов. Это дает возможность контролировать продольные, поперечные и вертикальные вибрации проводов.

Знание ветровых вибраций проводов позволяет, кроме всего прочего, контролировать стрелу провиса провода на пролете, на котором установлен сам датчик, используя частоту колебаний провода.

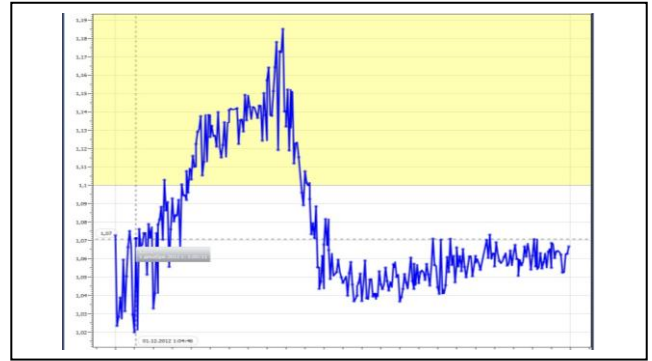
4. Контроль обледенения проводов линии.

Наличие двух датчиков типа DiLin-Sensor, установленных на противоположных концах линии, работа которых синхронизирована при помощи сигналов системы GPS, позволяет решать практически очень важную задачу – контролировать наличие обледенения проводов ЛЭП. Делается это на основании анализа изменения параметров высокочастотных импульсов, «пролетевших» вдоль ЛЭП.

Появление обледенения проводов соответствует появлению большого количества замкнутых контуров, охватывающих провод линии в зоне обледенения. Чем больше зона обледенения, тем их больше и ниже сопротивление этих короткозамкнутых контуров. Это приводит к увеличенному амплитудному затуханию высокочастотных сигналов вдоль линии.

Появление обледенения также проявляется и в снижении скорости движения волны электромагнитного

поля в проводах. На приведенном графике показано уменьшение скорости движения волны во время появления и самоустранения обледенения проводов.



Наиболее полно для этих целей подходят универсальные датчики марки DiLin-Sensor/G, в которых дополнительно находится встроенный генератор высокочастотных импульсов. При использовании DiLin-Sensor тестовый импульсный генератор необходимо монтировать отдельно, «на земле», и подключать его к линии при помощи конденсатора связи.

5. Определение мест однофазных замыканий проводов на землю.

При использовании в системе мониторинга воздушной линии подвесных датчиков марки DiLin-Sensor/G появляется возможность решать еще одну важную практическую задачу – контролировать наличие однофазных замыканий проводов на землю. В этом случае сигнал от встроенного генератора используется для регистрации рефлектограмм распространения сигнала вдоль проводов линии. Анализ формы этой рефлектограммы позволяет выявлять наличие и определять место возникновения замыканий на землю.

Комплект поставки системы DiLin.

Стандартный комплект поставки системы DiLin, предназначенный для мониторинга состояния ЛЭП, включает в себя:

- Интеллектуальные датчики DiLin-Sensor - 6 шт.
- Базовая станция DiLin-Observer - 2 шт.
- Генератор тестовых высокочастотных импульсов с конденсатором связи (опция) – 1 шт.
- Комплект программного обеспечения диагностики и мониторинга DiLin-iNVA.

В случае использования в системе подвесных интеллектуальных датчиков марки DiLin-Sensor/G, необходимость в использовании дополнительного генератора тестовых импульсов отпадает.

Технические параметры системы «DiLin»

Параметр	Значение
Рабочее напряжение линии, кВ	от 35
Ток нагрузки в линии, не менее, А	40
Длина контролируемой линии, км	до 100
Частота импульсов разрядов, МГц	0,5÷15,0
Погрешность расчета места дефекта	±1% длины
Диапазон рабочих температур, °С	-40÷+60
Габаритные размеры DiLin-Sensor, мм	240*240*580
Вес датчика DiLin-Sensor, кг	25
Размеры DiLin-Observer, мм	520*435*230
Вес DiLin-Observer, в шкафу, кг	25