

# СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ВЛ 6-220 КВ НА БАЗЕ ПРИБОРОВ ООО МНПП «АНТРАКС»

ООО МНПП «АНТРАКС»  
Горожанкин П.А., советник по науке

**Аннотация:** В докладе рассматриваются вопросы реализации комплексной системы мониторинга ВЛ 6-220 кВ на базе приборов МНПП «Антракс», устанавливаемых на провода и опоры ВЛ. Особое внимание обращено на многофункциональность указанных приборов, что позволяет сочетать возможности контроля ВЛ в нормальных и аварийных режимах. Приведены основные технические решения, особенности передачи информации о состоянии ВЛ эксплуатационному персоналу. Рассмотрены критерии эффективного размещения приборов.

**Ключевые слова:** Индикатор короткого замыкания, воздушная линия, провода и опоры, размещение индикаторов.

**Контроль состояния ВЛ был и остается одной самых сложных задач сетевых организаций. Среди негативных факторов настоящего времени необходимо отметить:**

- большой срок службы (более 65% ВЛ уже выработали нормативный срок эксплуатации) и обусловленную этим повышенную повреждаемость;
- большую протяженность ВЛ (сотни тысяч км ВЛ 6-35 кВ, десятки тысяч км ВЛ 110-220 кВ);
- недостаток персонала (что влечет за собой нарушение регламентных сроков осмотра ВЛ 1-6 лет).

В этих условиях соблюдение нормативных сроков осмотра ВЛ с контролем всех требуемых параметров, практически нереально. Таким образом, применение систем мониторинга ВЛ превращается из желательной задачи в совершенно необходимую.

Среди современных средств мониторинга ВЛ необходимо отметить дроны, однако их массовое применение ограничивается высокой стоимостью, небольшим радиусом действия, ограниченностью контролируемых параметров.

По статистике повреждаемость по элементам ВЛ 110-220 кВ распределяется следующим образом: провода (50.3%), гирлянды изоляторов (29.7%),

грозотросы (13.8%) и опоры (3.4%), для ВЛ 10-35 кВ на долю этих элементов приходится еще больше повреждений.



Рис.1 Повреждаемость элементов ВЛ

Указанные % сильно разнятся для разных регионов с различными климатическими условиями. Более правильным представляется определение % соотношения между факторами по среднегодовым затратам на их устранение – например, хотя % повреждаемости ВЛ по причине опор невелик, тем не менее убытки от каскадного из разрушения являются одними из самых значительных.

ООО МНПП «АНТРАКС» имеет значительный опыт разработки и эксплуатации индикаторов коротких замыканий (ИКЗ-В) для ВЛ 6-35 кВ (более 15 лет), а в последние 2-3 года – и для ВЛ 110-220 кВ.

Все приборы выполнены в пофазном исполнении и закрепляются на проводе с помощью механического зажима (рис.2).



Рис.2 Приборы ИКЗ-В

Приборы включают в себя: микропроцессорную часть с BLE-приемопередатчиком, батарейку, основные датчики (тока, напряжения). Основные технические характеристики: диапазон рабочих температур  $-40...+70$  град С, диаметр провода: 5-28/17-33/24-40 мм, периодичность замены батарейки 4-6 лет, память по последним 50 событиям.

При наличии GSM-связи в месте установки приборов, появляется возможность передачи информации от ИКЗ-В непосредственно диспетчеру посредством блока сбора и передачи информации (БСПИ) – рис.3. Один БСПИ позволяет опрашивать до 6 комплектов ИКЗ-В (один комплект ИКЗ – это 3 прибора, размещаемых каждый на своей фазе). Крепится БСПИ на опоре с возможностью доступа без снятия напряжения с ВЛ (для замены при неисправности и замены батарейки после выработки срока).

При отсутствии GSM-связи, информация накапливается в памяти прибора и может быть считана оттуда посредством смартфона с необходимым программным обеспечением.

Питание ИКЗ-В и БСПИ осуществляется от батареек, что с одной стороны позволяет быть

всегда в готовности к регистрации, а с другой – накладывает дополнительные ограничения на используемые компоненты (минимальное потребление) и на их алгоритм работы (мин расход энергии на каждое технологическое событие, минимальная частота выхода в эфир).

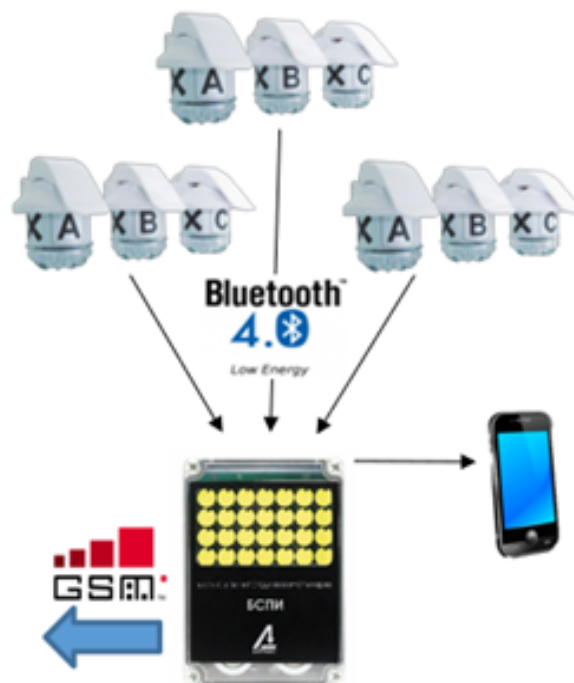


Рис.3 Блок сбора и передачи информации (БСПИ)

**Функции, реализуемые в базовых версиях прибора:**

- определение факта и направления на однофазное и между фазное замыкание;
- определение факта превышения заданной уставки по току.

**Успешная эксплуатация базовых версий прибора и значительный резерв по наращиванию функциональности позволили в новых модификациях подойти к реализации следующих функций:**

- контроль амплитуды и частоты колебаний провода при вибрации и пляске;
- контроль положения провода в пространстве (в частности, резкое изменение положения провода при обрыве или краже);
- контроль величины провиса провода при обледенении, налипании кружка и превышении допустимой токовой нагрузки.

Колебания провода возникают значительно чаще и являются более продолжительными по сравнению

нию с замыканиями на ВЛ, что потребовало разработки новых решений по энергообеспечению ИКЗ-В, а именно – оснащение их электромеханическими инерционными микрогенераторами.

Дополнительные датчики (3-х осевой акселерометр, измеритель расстояния до земли) размещаются внутри ИКЗ-В и подключаются к базовому микропроцессорному модулю по цифровому интерфейсу.

Традиционно ИКЗ-В размещают вдоль протяженных участков ВЛ и на отпайках.

При использовании ИКЗ-В для контроля проводов необходимо учитывать, что колебания провода (грозозащитного троса) происходят, как правило, в вертикальной плоскости с образованием стоячей волны. Соответственно, ИКЗ-В лучше размещать в середине пролета, но при этом надо иметь в виду, что он может попасть как в пучность (максимальные линейные перемещения), так и в узел (максимальные угловые перемещения).

БСПИ размещается на опоре на расстоянии не более 100 м от ИКЗ-В. Один БСПИ может обеспечить считывание информации с 2-3 комплектов ИКЗ-В (2 цепи ВЛ + 1...2 грозозащитных троса).

При возможности передачи информации от ИКЗ-В диспетчеру, целесообразно на верхнем уровне предусмотреть реализацию следующих функций:

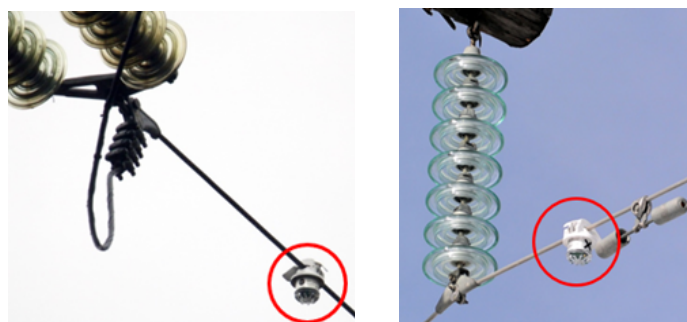


Рис.4 Примеры установки ИКЗ-В

- ведение базы данных по возникающим колебаниям проводов (тип колебаний, частота, средние и максимальные значения амплитуды),
- оценка эффективности (правильности выбора) гасителей колебаний;
- расчет износа элементов ВЛ вследствие колебаний провода (на соединениях, зажимах или выходах из зажимов, поддерживающая арматура)

и планирование ТОиР по результатам расчета;

- выдача рекомендаций по перетяжке проводов для выравнивания стрелы провеса фазных проводов, установке гасителей вибрации и пляски проводов, межфазных распорок.

### КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ОПОР:

Для контроля состояния опор в составе блока БСПИ предусматривается 3-х осевой акселерометр, позволяющий:

- зафиксировать недопустимый наклон опор (предупредительная уставка 1...2 град, аварийная 3 град);
- зафиксировать кратковременные увеличения угла наклона из-за нагрузок, возникающих при обрыве проводов и тросов линии, а также при сейсмических воздействиях;
- зафиксировать увеличение амплитуды колебания опор под действием ветровых нагрузок из-за частичного разбор конструкции посторонними лицами (металлические опоры), выкрашивания бетона (железобетонные опоры).

Необходимо отметить, что наклон и колебания опор являются интегральными показателями, характеризующими состояние собственно опор, фундамента опоры, анкерных болтов для крепления опор к фундаментам, оттяжки опор ВЛ, а также провода ВЛ (частота и амплитуда колебаний под действием ветровой нагрузки).



Рис.5 Пример установки БСПИ на опоре

Устанавливать БСПИ с целью мониторинга опор целесообразно в первую очередь на опорах межсистемных ВЛ 500-750 кВ, ВЛ проходящих по заболоченным участкам, при больших перепадах температур, при сверхнизких зимних температурах (морозное пучение) – рис.5. ■

Контакты автора:  
Горожанкин П.А.  
+7 (903) 745-94-48  
p.gorozhankin@antraks.ru

ООО МНПП «АНТРАКС»  
Московская обл., г. Фрязино  
+7 (495) 991-12-30,  
(499) 681-01-09  
mail@antraks.ru  
www.antraks.ru  
www.антракс.рф