

#### Заключение

1. В устройствах импульсного заземления нейтрали распределительных сетей применение современных РВУ ограничивается их минимально допустимым током. Для серийно выпускаемого РВУ-73 значение этого тока превышает 50 А при энергии запускаящего импульса  $W_3=100$  мДж.
2. Отсутствие основного разряда в виду повышенного разрядного сопротивления (или сниженного напряжения на РВУ) при наличии запускающих импульсов приводит к «натренировке» запального промежутка, приводящего к увеличению его разрядного/запального напряжения.
3. Для устройств импульсного заземления нейтрали распределительных сетей целесообразна разработка специализированных РВУ, ориентированных на малые токи и малые энергии поджигающих импульсов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Патент на полезную модель: РФ № 117738 (от 23.12.2011), Н02Н9/00. Устройство заземления нейтрали трехфазной электрической сети/ В.Е. Качесов, А.Е. Петухов// БИ №18, 2011.
2. Патент на изобретение: РФ № 2454769 (от 19.05.2011), Н02Н9/00. Устройство заземления нейтрали трехфазной электрической сети/ В.Е. Качесов// БИ №18, 2012.
3. Алферов Д.Ф., Матвеев Н.В., Сидоров В.А., Хабаров Д.А., Применение управляемых вакуумных разрядников в высоковольтном быстродействующем защитном устройстве// Приборы и техника эксперимента. — 2004. — №3. — С. 94 — 101.
4. М.И. Баранов Применение новых вакуумных коммутаторов в силовых цепях мощных высоковольтных электрофизических установок и схемах аварийной защиты силового электрооборудования// Электротехника и электромеханика . — 2009. — №3. — С. 5—10.
5. Интернет-ресурс: <http://vei-avis.ru/>

#### СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА ВОЗДУШНЫХ ЛЭП

Адамчук А.В.

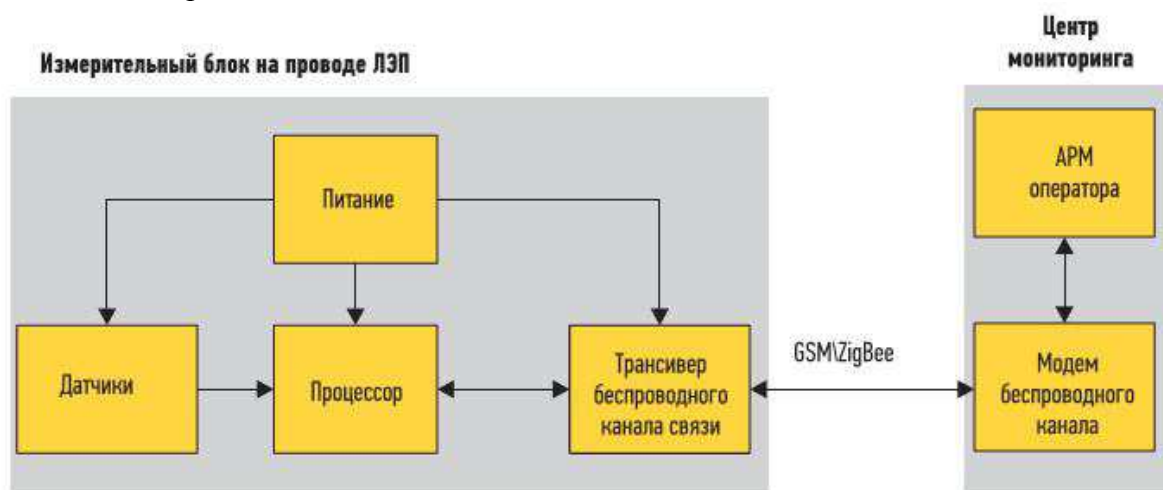
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Транспортировка электроэнергии от электростанции к потребителям является одной из важнейших задач энергетики. Электроэнергия поставляется преимущественно по воздушным линиям электропередачи (ЛЭП), которые состоят из кабельных линий и оборудования для преобразования энергии и согласования с нагрузкой. Эффективность и надежность передачи энергии определяется состоянием сетей электроснабжения. Мониторинг воздушных ЛЭП позволяет решить многие проблемы в этой области.

При транспортировке электроэнергии через каждую конкретную ЛЭП регламентированы допустимые токовые нагрузки. При этом используются предельные значения тока, определяющие провис проводов выше критического. Эти данные взяты для самых экстремальных условий, которые более чем в 90% времени эксплуатации ЛЭП не встречаются. Следовательно, имеется ресурс для пропускания больших мощностей без нарушения регламента. То есть можно передавать дополнительную мощность (15–30%) практически в 90% времени эксплуатации. Наличие системы мониторинга позволяет без уменьшения регламента по надежности использовать этот дополнительный ресурс. Для этого необходимо контролировать уровень тока и

температуру проводов по всей трассе и в соответствии с реальным состоянием линии динамически регулировать уровень передаваемой мощности.

**Структура систем мониторинга воздушных электросетей.** В настоящее время во всем мире находят широкое применение различные системы мониторинга воздушных и кабельных ЛЭП, обеспечивающие системного оператора подробными сведениями о текущем состоянии воздушных и кабельных сетей электроснабжения. Система мониторинга состоит из сети измерительных блоков, связанных через канал связи с оборудованием на диспетчерском пункте. Измерительные блоки распределены вдоль трассы ЛЭП и монтируются на опорах либо непосредственно на высоковольтных проводах. На рисунке 1 показана структура системы мониторинга пропускной способности проводов ЛЭП.



**Рис. 1.** Система мониторинга проводов ЛЭП

Диспетчерские пункты расположены в узловых точках сетей перераспределения энергии. В настоящее время в них, как правило, используются SCADA системы, обеспечивающие обработку и интерпретацию полученных от данных измерительных блоков. В измерительный блок входят следующие базовые компоненты:

- группа датчиков для измерения основных текущих параметров проводной линии;
- процессорный модуль для обработки измеренных данных;
- система передачи данных;
- модуль автономного питания.

В зависимости от функционального назначения в системах мониторинга могут использоваться различные типы датчиков:

- для измерения тока в проводе;
- температуры провода в полете;
- механического напряжения провода в точках подвеса (тензодатчики);
- для измерения затухания в оптических волокнах грозотроса или фазного провода;
- для измерения критических стрел провеса;
- климатических условий (метеостанция);
- вибрационных характеристик проводов (акселерометры).

Измерение тока осуществляется бесконтактным методом, для чего используются датчики на основе эффекта Холла или катушки Роговского.

**Система питания автономных измерительных блоков.** В настоящее время для питания измерительных блоков систем мониторинга воздушных линий (ВЛ) используется два варианта. Для измерительных систем, размещаемых на мачтах опор

ЛЭП, как правило, используются аккумуляторные батареи, подзаряжаемые от солнечных батарей. Для измерительных модулей, монтируемых непосредственно на проводах ЛЭП, питание производится от токового трансформатора.

Токовый трансформатор преобразует энергию непосредственно из провода ЛЭП. В качестве источника возбуждения (первичная обмотка трансформатора) используется токонесущий провод ЛЭП. Вторичная обмотка трансформатора – тороидальная катушка с ферромагнитным сердечником. Модуль индукционного источника питания состоит из токового трансформатора, выпрямителя, аккумулятора энергии и преобразователя напряжения, который обеспечивает работу всех цифровых и аналоговых узлов измерителя.

Датчики и системы слежения осуществляют мониторинг погодных условий вдоль линий электропередачи, оценивают состояние проводов и изоляции ЛЭП, определяют наличие гололеда на проводах ЛЭП, определяют наличие коронного разряда на проводах, выявляют и локализуют влияния гармоник.

#### Заключение

Потребность в увеличении энергии вынуждает энергосистемы использовать силовые провода и кабели на пределе их физических возможностей, а интересы безопасности и эффективности имеют огромное значение для операторов, которым важно знать, какие процессы происходят вдоль воздушной ЛЭП (локальный нагрев, критическая раскачка проводов, критический провес, обледенение). Системы мониторинга воздушных ЛЭП обеспечивают дополнительные функции, позволяют повысить эффективность передачи электроэнергии и уменьшить потери. Мониторинг не только обеспечивает повышение надежности транспорта электроэнергии, но и способствует уменьшению расходов на обслуживание линий электропередачи за счет более оперативных и точных данных при локализации аварийных сегментов, а также прогнозирования проблемных ситуаций на трассе. Использование перспективных систем мониторинга воздушных электросетей в последнее время стало особенно актуальным в России, поскольку, во-первых, существенно возросла стоимость ущерба при крупных авариях, а во-вторых — в связи с уменьшением надежности энергосистем вследствие сильного износа как используемого оборудования, так и проводных линий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Самарин А. В., Рыгалин Д. Б., Шкляев А. А. Современные технологии мониторинга воздушных электросетей ЛЭП // Естественные и технические науки. – 2012. – № 1, 2. – С. 39-42.
2. Жиленков Н. Новые технологии беспроводной передачи данных // Современные технологии автоматизации. – 2003. – № 4.
3. Эффективные инженерные решения по повышению пропускной способности ВЛ на основе применения системы мониторинга тока и температуры проводов, математического моделирования поведения элементов линий в различных режимах эксплуатации // Материалы презентации МРСК Холдинг.
4. <http://controlengrussia.com/otraslevye-resheniya/sovremenny-e-tehnologii-monitoringa-vozdushny-h-e-lektrosetej-le-p>