

От НИОКР до промышленной эксплуатации:

новая разработка ПАО «Россети Ленэнерго» успешно интегрирована в ССПИ ОМП «ИНБРЭС»

Стратегический партнер компании «ИНБРЭС» — ООО «НПП Бреслер» — совместно с ПАО «Россети Ленэнерго» провели НИОКР по разработке микропроцессорного комплекса определения места повреждения (ОМП) при всех видах замыканий на линиях 35 кВ. Устройство интегрировано в автоматизированную систему сбора и передачи данных ОМП ПАО «Россети Ленэнерго», созданную на базе ПТК ССПИ ОМП «ИНБРЭС», и доказало свою эффективность.

Одна из ключевых задач, которая стоит перед энергетиками, — повышение надежности электроснабжения потребителей, в том числе снижение показателей средней продолжительности и частоты unplanned outages (индексов SAIDI и SAIFI, соответственно). Одним из ключевых факторов, влияющих на снижение SAIDI, является сокращение суммарного времени, затраченного на поиск и устранение технологического нарушения на линиях электропередачи (ЛЭП).

Для определения факта возникновения повреждения и расчета точного расстояния до него используются программно-аппаратные комплексы ОМП. В стандартных устройствах ОМП используются алгоритмы, способные определить место повреждения только при межфазных и трехфазных замыканиях. В свою очередь, процесс однофазного замыкания на землю в сетях 35 кВ сопровождается малыми токами и не приводит к отключению ЛЭП, вследствие чего устройства не могут обнаружить поврежденный участок. Опасность такого режима заключается в периодическом зажигании перемежающейся дуги, что на неповрежденных фазах вызывает перенапряжение до 2,5–3 номинальных значений, негативно влияя на состояние сети и приводя к нарушению нормального режима работы электроэнергетических систем, а также значительному увеличе-

нию времени на обнаружение аварийного участка.

В связи с этим специалистами ПАО «Россети Ленэнерго» и ООО «НПП Бреслер» была проведена научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа (НИОКР) по созданию комплекса ОМП повышенной точности для всех видов замыканий на воздушных линиях классом 35 кВ, работающего по принципу волнового определения места повреждения.

Волновое ОМП

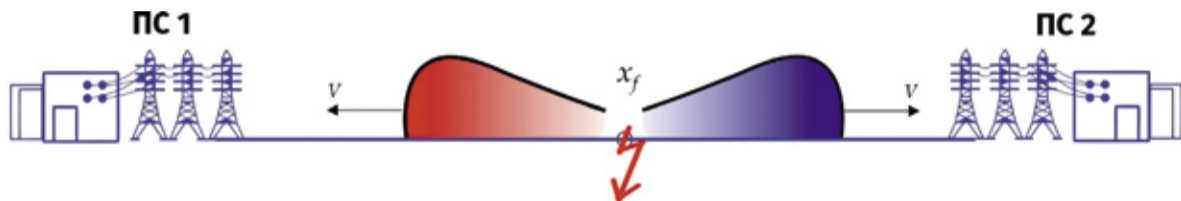
Микропроцессорный комплекс ОМП состоит из двух полукомплектов, расположенных по концам ЛЭП (шкафов или терминалов), канала связи между ними и программного обеспечения. В результате НИОКР был усовершенствован волновой метод ОМП, основанный на измерении интервалов времени между моментами, в которые электромагнитные волны, возникающие в месте повреждения, достигают концов ЛЭП.

Особенностью проведенных работ стало то, что для выделения фронта электромагнитной волны используются датчики тока и конденсаторы связи. Пусковые органы, контролирурующие токи и напряжения, а также их симметричные составляющие реализованы на анализе сигналов промышленной частоты. В момент возникновения аварии отрезок высокочастотного сигнала выделяется и анализируется с помощью программных функций, что позволяет определить точную метку времени возникновения переходного режима.

Уникальность аппаратного комплекса состоит в том, что в его составе реализована комбинация и адаптивная работа 5 алгоритмов ОМП:

- волнового;
- модельного двустороннего;
- формульного двустороннего;
- модельного одностороннего;
- формульного одностороннего.

В штатном режиме используется алгоритм волнового ОМП, обладающего повышенной точностью и чувствительностью. В случае пропадания синхронизации происходит автоматический переход на двустороннее ОМП, а при потере связи между полукомплектами — на одностороннее. Такой подход повышает



Принцип работы волнового ОМП

надежность работы устройства и позволяет определять расстояние до места повреждения при любых ситуациях. В терминалах также предусмотрено резервирование канала связи с противоположным концом, проводится его непрерывная диагностика с возможностью передачи диагностической информации в диспетчерский пункт.

Таким образом, комплекс волнового ОМП фиксирует не только дату и время возникновения технологического нарушения, но и вид повреждения, длительность аварии, расстояние и координаты до точки нарушения. Все расчеты полностью автоматизированы. Результаты выводятся на экраны терминалов, а данные о повреждениях могут передаваться в вышестоящие уровни управления, в том числе в систему сбора и передачи информации по определению места повреждения (ССПИ ОМП).

Разработанный комплекс позволяет автоматизировать процесс определения места повреждения при всех видах замыканий на землю в сети 35 кВ, а его интеграция в ССПИ ОМП обеспечивает возможность автоматического мониторинга устройств. В случае технологического нарушения система сигнализирует диспетчеру о замыкании в сети, позволяет дистанционно, в режиме реального времени, осуществить сбор

и анализ осциллограмм с терминалов ОМП, оперативно принять решение о дальнейших действиях и в случае необходимости передать аварийной бригаде точные координаты поврежденного участка. Все это позволяет значительно сократить время на ликвидацию аварийного отключения и восстановление нормальных условий электроснабжения потребителей.

Комплекс волнового ОМП успешно прошел опытно-промышленную эксплуатацию, в ходе проведения которой устройства были установлены на линиях электропередачи 35 кВ ПАО «Россети Ленэнерго» — «Гостилицкая», «Шушарская», «Ретюньская», «Торшкочевская» и интегрированы в ССПИ ОМП ПАО «Россети Ленэнерго».

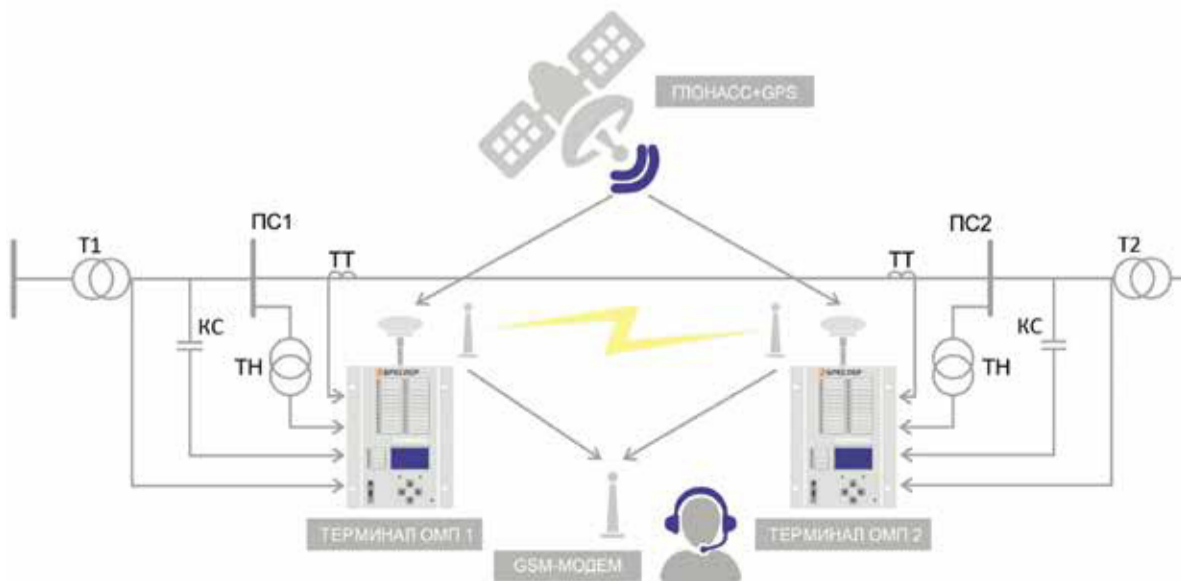
Единая система сбора и обработки данных ОМП

В 2020 году в ПАО «Россети Ленэнерго» успешно введена в промышленную эксплуатацию разработанная компанией «ИНБРЭС» автоматизированная система сбора и передачи данных ОМП «ИНБРЭС-Мониторинг». Проект позволил создать единое пространство показателей ОМП с 60 подстанций ПАО «Россети Ленэнерго», территориально распо-

ложенных в г. Санкт-Петербурге и по всей Ленинградской области, находящихся на различном расстоянии от Центра управления сетями (ЦУС).

Система построена по принципу трехуровневой иерархической архитектуры с использованием клиент-серверных технологий. Компактные шкафы ССПИ «ИНБРЭС-ШТМ» обеспечивают автоматический сбор разрозненных данных с более 150 индикаторов ОМП различных производителей всех 60 подстанций и передают полученные данные в программный комплекс «ИНБРЭС-Мониторинг» сервера сбора и обработки данных, который расположен в ЦУС ПАО «Россети Ленэнерго». «ИНБРЭС-Мониторинг» обрабатывает информацию, приводит ее в унифицированный формат и отображает на мониторах рабочих мест диспетчеров следующие показатели:

- параметры ВЛ (уставки);
- сведения об аварии (номер ВЛ, вид повреждения, поврежденная фаза);
- параметры аварийного режима;
- параметры предаварийного режима;
- расстояние до места КЗ, рассчитанное разными методами;
- осциллограммы аварийных процессов;



Структурная схема организации комплекса волнового ОМП

• диагностическую информацию по работоспособности ОМП и каналов связи.

Сбор информации с индикаторов ОМП осуществляется с помощью прямой поддержки международных и нативных протоколов обмена данными, такими как:

- Modbus;
- МЭК 60870-5-101/103/104;
- СТАРТ;
- МЭК 61850 (опционально).

Для оперативного, технологического и ремонтного персонала вся информация представляется в едином графическом и табличном формате на экранах автоматизированных рабочих мест (АРМ). Аварийные события сопровождаются цветовой индикацией, а также записью в журнале событий.

В свою очередь, административный персонал ЦУС ПАО «Россети Ленэнерго» обеспечен возможностью дополнительного информирования о повреждениях при помощи SMS-оповещений и сообщений по электронной почте, в том числе посредством интеграции ПО «ИНБРЭС-Мониторинг» в систему оповещения «Рупор-П».

Для полноценного анализа нарушений нормального режима работы сети реализованы функции поиска и фильтрации произошедших событий, просмотра архивных данных по всей глубине и формирования

пользовательских отчетов с выбором необходимых критериев и выводом документов в необходимой печатной и электронной форме.

Вся информация в ССПИ ОМП ПАО «Россети Ленэнерго» надежно защищена: в системе реализовано разделение прав доступа к функциям на основании ролей пользователей и протоколирование всех действий, также реализована защита от внешних кибератак и воздействия вирусных программ. Вся технологическая информация защищена

от искажения, фальсификации, переадресации, несанкционированного уничтожения, ложной авторизации управляющих команд с применением средств криптографической защиты сетевого трафика в соответствии с требованиями Положения ПАО «Россети» «О единой технической политике в электросетевом комплексе», Федерального закона от 26 июля 2017 г. № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации», а также руководящих докумен-

тов ФСТЭК России, приказов и инструкций ФСБ России.

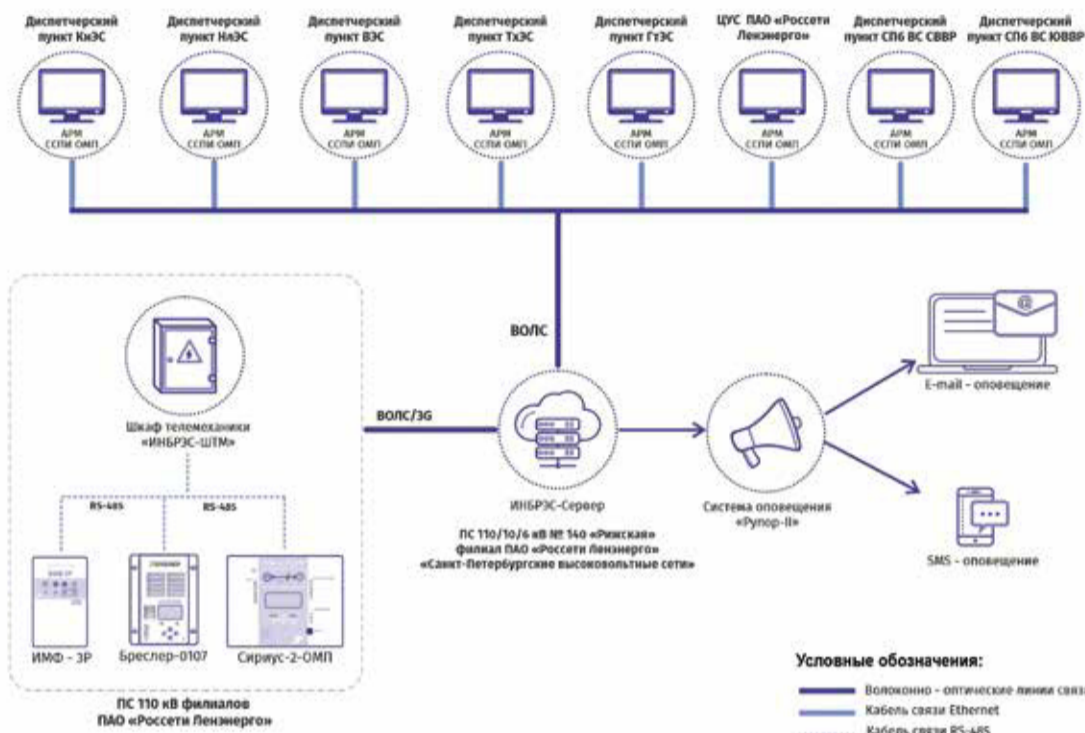
Стоит отметить, что архитектура автоматизированной системы сбора и оперативного анализа данных ОМП ПАО «Россети Ленэнерго» предусматривает возможность масштабирования путем подключения или замены оборудования и новых индикаторов ОМП на подстанциях. Так, в 2021 году в систему были успешно интегрированы новейшие устройства волнового ОМП, разработанные в рамках НИОКР.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Применение волнового ОМП 35 кВ в едином комплексе с ССПИ ОМП «ИНБРЭС» обеспечивает своевременное выявление, фиксацию и передачу данных о возникающих технологических нарушениях на линиях электропередачи и позволяет:

- создать централизованную систему непрерывного мониторинга устройств ОМП вне зависимости от расстояния между энергообъектами;
- обеспечить оперативное информирование персонала о возникших технологических нарушениях;
- значительно сократить время обнаружения мест повреждений на ЛЭП 35-110 кВ и восстановления нормальных условий электроснабжения;
- сократить затраты на восстановление оборудования после аварийного отключения;
- снизить недоотпуск электроэнергии;
- повысить надежность работы линий, а следовательно, качество электроснабжения потребителей.

После успешного завершения опытно-промышленной эксплуатации микропроцессорный комплекс волнового ОМП прошел процедуру государственной регистрации патента и внесен в реестр изобретений Российской Федерации.



Структура системы ССПИ ОМП ПАО «Россети Ленэнерго»

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭНЕРГООБЪЕКТОВ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ НАПРЯЖЕНИЯ



www.inbres.ru

- SCADA-СИСТЕМА
- САПР ЦРЭС
- САПР ЦПС

- СОП
- АСДУ
- ССПИ ОМП

- АСУ ТП
- ССПИ
- ТМ

КОМПЛЕКСНЫЕ ПРОЕКТЫ

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА

АВТОМАТИЗАЦИЯ

ИНЖИНИРИНГ

+7 (8352) 45-94-88, info@inbres.ru
+7 (8352) 45-95-96, www.inbres.ru