

**УПРАВЛЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ
В УСЛОВИЯХ ACTIVE SMART GRID ANALYTICS**

Холод А. В.

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко

Обоснованы информационные потоки системы непрерывного мониторинга температуры проводов для управления пропускной способностью воздушных линий с целью повышения эффективности управления режимами работы электрических сетей в условиях Active Smart Grid Analytics.

Постановка проблемы. Для повышения эффективности принятия решения в задачах управления режимами ЭС в рамках концепции Active Smart Grid Analytics необходим непрерывный мониторинг температурного режима проводов воздушных линий и параметров окружающей среды, что особенно важно при внедрении балансирующего рынка электроэнергии и рынка двухсторонних отношений.

Организация мониторинга температуры проводов ВЛ с целью повышения пропускной способности в различных метеорологических и эксплуатационных условиях позволит:

- контролировать реальное техническое состояние ВЛ на основании разработанных методик с использованием датчиков температуры проводов;
- разработать мероприятия по повышению пропускной способности ВЛ с определением приоритетов их реализации;
- выполнять оценку предельных значений длительных и кратковременных токов нагрузки;
- управлять режимами токовой нагрузки ВЛ в соответствии с реальными данными о термической стойкости проводов ВЛ;
- регулировать перетоки мощности по ВЛ;
- контролировать уровень технологических потерь;
- контролировать габариты ВЛ;
- управлять пропускной способностью ВЛ.

В связи с вышеизложенным целесообразно иметь инструмент непрерывного мониторинга температуры проводов в зависимости от параметров окружающей среды для управления пропускной способностью ВЛ и повышения эффективности управления ЭС.

Для повышения эффективности управления режимами ЭС в реальном времени необходимы технические средства и программное обеспечение системы сбора, передачи, обработки и хранения информации о текущем состоянии ВЛ и окружающей среды.

На сегодняшний день самым оптимальным решением внедрения системы непрерывного мониторинга параметров режима температуры проводов ВЛ и окружающей среды в ЭС Украины является интеграция системы в существующую систему оперативно информационного комплекса (ОИК).

Анализ последних исследований и публикаций. В последнее время за рубежом и в странах СНГ ведется поиск новых методологий и технических средств для оперативного контроля параметров и текущего состояния ВЛ. Результатом этих исследований стали FACTS (Flexible Alternative Current Transmission Systems) и создание платформы Active Smart Grid Analytics. Эти современные технологии активно внедряются в ОЭС Украины [1-4]

Active Smart Grid Analytics подразумевает клиенто-ориентированную ЭС нового поколения, которая должна обеспечить доступность использования ресурса, надежное, качественное и эффективное обслуживание потребителей электроэнергии за счет гибкого взаимодействия всех ее субъектов (всех видов генерации, электрических сетей и потребителей) на основе современных технологических средств и единой иерархической системы управления.

В энергосистемах зарубежья, например, уже применяются технические разработки, которые позволяют проводить мониторинг температуры проводов в реальном времени [1-3]. Так для измерения температуры проводов в реальном времени применяются температурные датчики, которые представляет собой как пассивное оптическое волокно, встроенное в сердечник фазных проводов ВЛ (Система серии OTS), так и отдельно смонтированное устройство на проводах ВЛ (Система OTLM) [1, 2].

Оперативный специализированный технический и метеорологический мониторинг возможно осуществить путем использования датчиков, которые монтируются непосредственно на проводах и контролируют температуру провода, величину тока в ВЛ и температуру окружающей среды [4]. На рис. 1 приведен датчик, входящий в систему мониторинга температуры проводов ВЛ и параметров окружающей среды.

Цель статьи. Обосновать и разработать структурную модель информационных потоков системы непрерывного мониторинга температуры проводов ВЛ для управления пропускной способностью воздушных линий с целью повышения эффективности управления режимами работы ЭС в условиях Active Smart Grid Analytics.

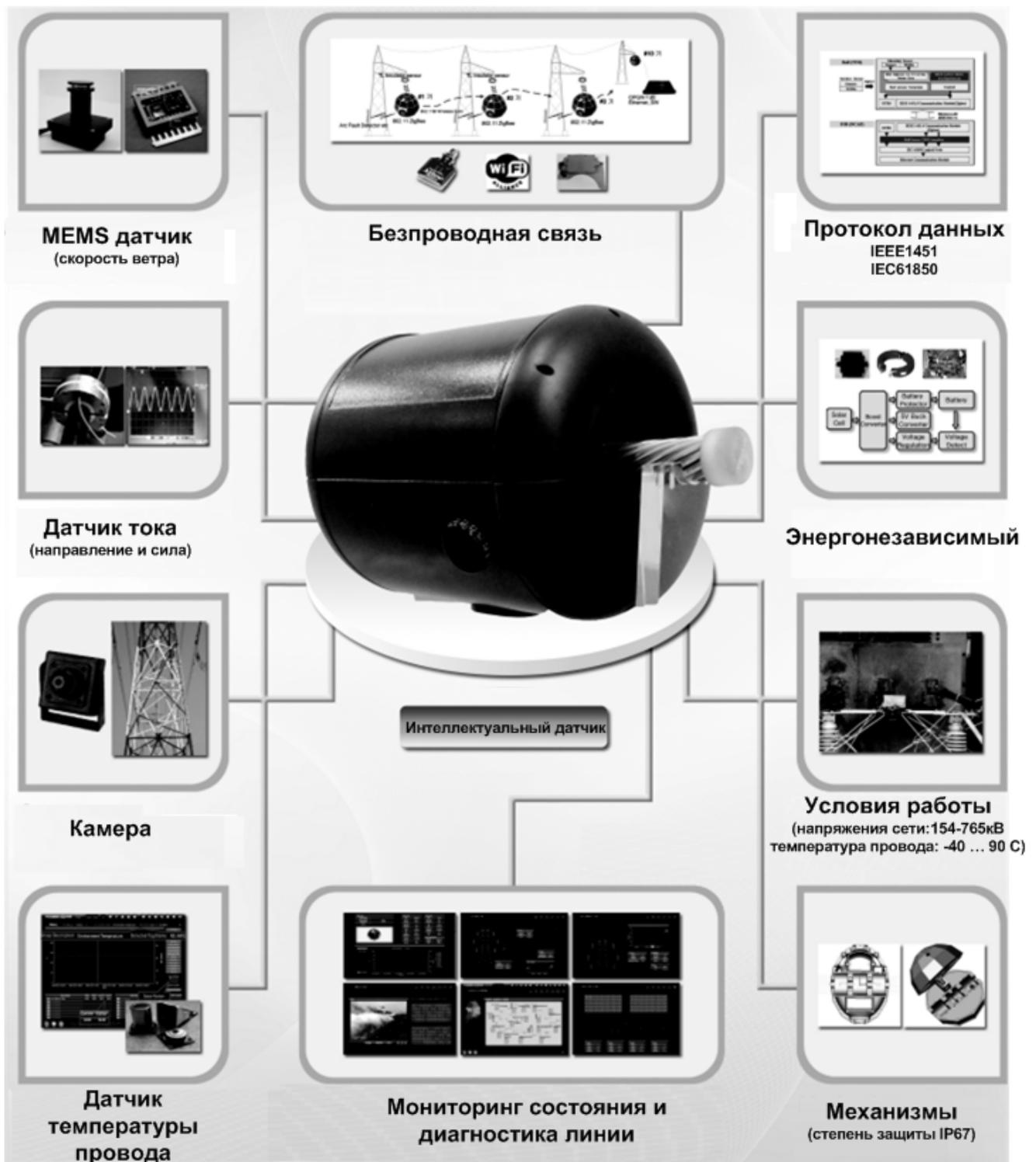


Рисунок 1 – Интеллектуальный датчик системы мониторинга проводов ВЛ и параметров окружающей среды

Основные материалы исследования. Для повышения эффективности управления режимами ЭС в реальном времени необходимы технические средства и программное обеспечение системы сбора, передачи, обработки и хранения информации о текущем состоянии ВЛ и окружающей среды.

Известно, что передача тепла осуществляется преимущественно через конвекцию [6], то сопротивление проводов будет изменяться в зависимости от температуры окружающей среды:

$$R = R_{20} \left(1 + \alpha \left(t_{np}^0 - 20 \right) \right), \quad (1)$$

где α – температурный коэффициент удельного сопротивления, Ом/град (для медных, алюминиевых и сталеалюминевых проводов $\alpha=0,00403$, для стальных $\alpha=0,00455$) [6];

t_{np}^o – температура проводов, $^{\circ}\text{C}$, которая определяется как:

$$t_{np}^0 = t_{oc}^0 + t^0(I), \quad (2)$$

где $t^0(I)$ – температура нагрева проводов от прохождения по нему тока.

Приведенные выражения позволяют проанализировать пропускную способность ВЛ при определенной температуре проводов в зависимости от параметров окружающей среды для оперативного контроля текущего состояния ВЛ. Но данные выражения не позволяют точно рассчитать температуру провода, так как температура окружающей среды определяется по прогнозам гидрометцентра, а они не могут быть точ-

ными по всей длине ВЛ и для расчета режима ЭС берется усредненное значение. Именно это и приводит к значительным погрешностям при расчете режимов работы ЭС.

Поэтому необходима система непрерывного мониторинга температуры проводов ВЛ, что позволит контролировать токовую нагрузку ВЛ и более точно определить нормально-допустимый режим работы ЭС. На сегодняшний день оптимальным решением внедрения системы непрерывного мониторинга температуры проводов ВЛ в ЭС Украины является её интеграция в существующую систему оперативно-информационного комплекса (ОИК). Информационные потоки, которые будут способствовать эффективности контроля и управления внутрисистемными и межсистемными перетоками мощностей представлены на рис. 2.

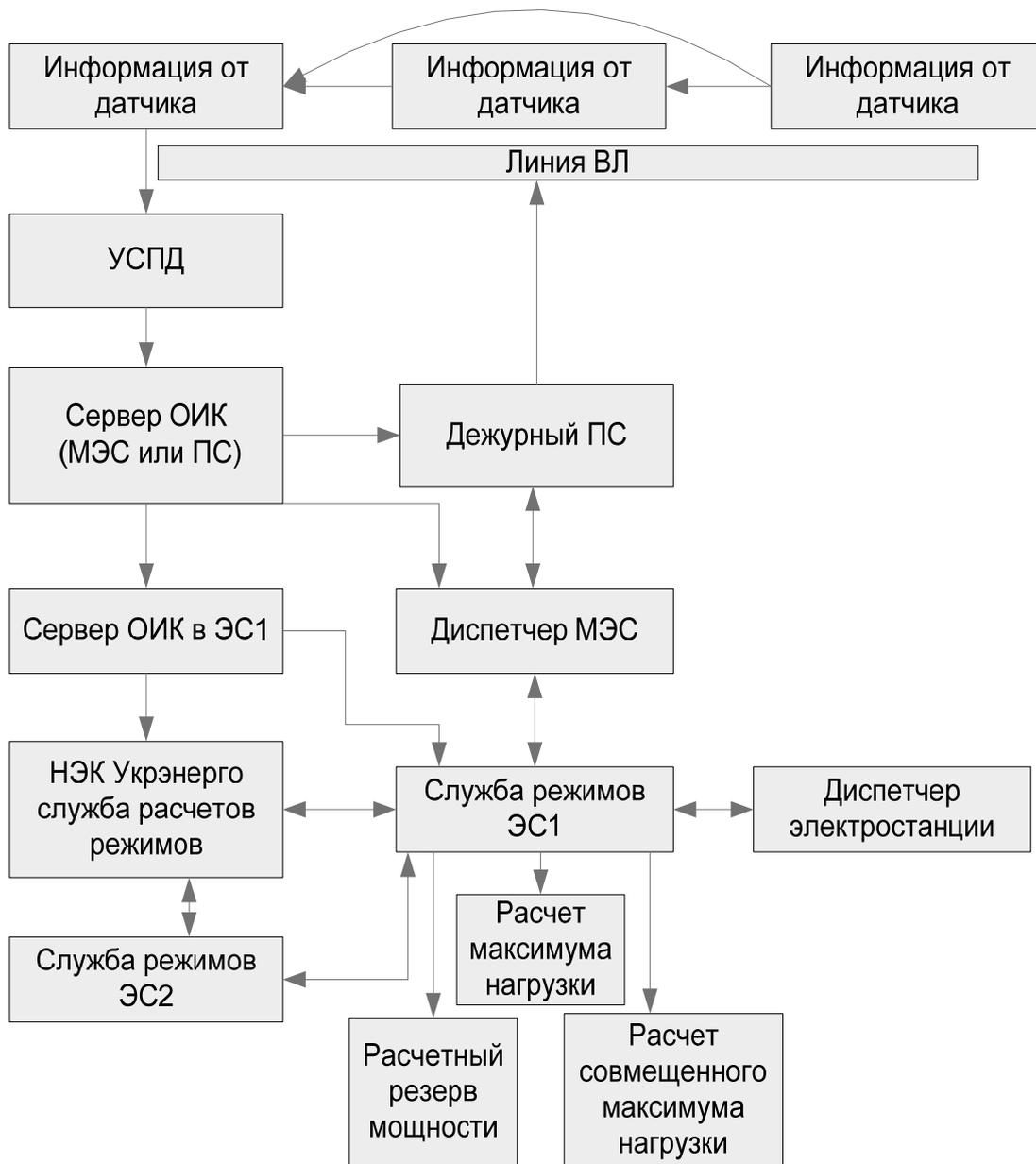


Рисунок 2 - Структурная модель информационных потоков системы непрерывного мониторинга температуры проводов ВЛ

На основании структурной модели информационных потоков показанной на рис. 2 система непрерывного мониторинга температуры проводов ВЛ позволит решить следующие задачи:

1) Формирование первичной информации и передача ее от датчика на устройство сбора и передачи данных (УСПД).

2) Обработка информации в УСПД и передача пакетов в УКП или непосредственно на сервер ОИК.

3) Обработка информации на сервере ОИК и выдача результатов в SCADA-систему.

Интеллектуальный датчик температуры провода и параметров окружающей среды, который является нижним уровнем системы мониторинга с последующей передачей информации на УСПД на подстанции.

Разработка УСПД позволит реализовать такие функции:

- прием информации от удаленного датчика в пакетном виде (номер датчика, температура провода);

- формирование информации с меткой времени (год, месяц, число, часы, минуты, секунды, номер датчика с наибольшим значением температуры, значение температуры);

- выдача информации на верхний уровень.

Таким образом система непрерывного мониторинга температуры проводов ВЛ в ЭС Украины поможет службе режимов в ЭС и службе расчетов режимов в НЭК Укрэнерго планировать, контролировать и оптимизировать режимы работы ЭС.

Данная система поможет службе режимов ЭС планировать, контролировать и оптимизировать режим сети. Разработать мероприятия по снижению технологического расхода электроэнергии на её транспортировку режимного характера. Анализировать и оптимизировать схемы нормального режима сети. Моделировать режимы электрических сетей, проводить проверку оптимальных точек токораздела, выбирать уровни напряжения в центрах питания сети, обеспечивающих качество электроэнергии отпускаемой с подстанции. Анализ и корректировать схемы ремонта режима сети и подстанций. Проводить расчет после аварийных режимов работы сети. Контролировать ведения диспетчерами режима работы сети в нормальном, ремонтном, аварийном и после аварийном режиме. Ведение учёта положения переключающих устройств РПН на силовых трансформаторах и выбор оптимальных коэффициентов трансформации. Составление графика уровней напряжений на шинах ПС. Контролировать возможность осуществления плавки гололёда на проводах ВЛ, проводить анализ существующих схем плавки и разрабатывать новые схемы плавки.

Проводить анализ "узких" мест в сети и разрабатывать мероприятия по их устранению.

Выводы. Обоснована и разработана структурная модель информационных потоков системы непрерывного мониторинга температуры ВЛ для управления пропускной способностью воздушных линий с целью повышения эффективности управления режимами работы ЭС в условиях Active Smart Grid Analytics.

Список использованных источников

1. Стогній Б. С. Інтелектуальні електричні мережі електроенергетичних систем та їх технологічне забезпечення / Б. С. Стогній, О. В. Кириленко, С. П. Денисюк // Технічна електродинаміка. – 2010. – № 6. – С. 44–50.

2. <http://www.selena-sd.ru/> Системы контроля ЛЭП

3. <http://zao.opten.ru/> Эффективные инженерные решения по повышению пропускной способности ВЛ на основе применения системы мониторинга тока и температуры проводов.

4. Повышение эффективности управления режимами электрических сетей на базе мониторинга параметров воздушных линий и окружающей среды / П. Д. Лежнюк, М. М. Черемісін, Ю. Ф. Редько [та ін.] // Энергетика та електрифікація. – 2012. – №12. – С.34–41.

5. <http://www.energo-bit.ru/> Интеллектуальная система мониторинга линий электропередач "Конкорд".

6. Левченко И. И. Нагрузочная способность и мониторинг воздушных линий электропередачи в экстремальных погодных условиях / И. И. Левченко, Е. И. Сацук // Электричество. – 2008. – №4. – С. 2–8.

Анотація

КЕРУВАННЯ ПРОПУСКНОЮ ЗДАТНІСТЮ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАВАННЯ В УМОВАХ ACTIVE SMART GRID ANALYTICS

Холод А. В.

Обґрунтовано інформаційні потоки системи безперервного моніторингу температури проводів для керування пропускною здатністю повітряних ліній з метою підвищення ефективності управління режимами роботи електричних мереж в умовах Active Smart Grid Analytics.

Abstract

MANAGEMENT THROUGHPUT POWER LINES IN CONDITIONS ACTIVE SMART GRID ANALYTICS

A. Kholod

Information streams are proved Systems Continuous monitoring of temperature wires for management throughput power lines for the purpose of increase management efficiency by operating modes electric networks in conditions Active Smart Grid Analytics.