

ПОВЫШЕНИЕ "ИНТЕЛЛЕКТА" ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ЗА СЧЕТ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ

Черемисин Н. М.¹, Черкашина В. В.², Холод А. В.³

¹Харьковский Национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенка,

²Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт",

³ЧАО "ЭЛАКС", ул. Ак. Проскуры, 1/12, а/я 2849, Харьков, Украина

Показана эффективность использования автоматизированного мониторинга параметров воздушных линий для повышения "интеллекта" электрической сети, что позволит улучшить качество управления режимами работы электроэнергетических систем Украины с учетом технических особенностей.

Постановка проблемы. Одной из основных задач технической политики энергетической отрасли является повышение готовности электрических сетей (ЭС):

- к передаче и распределению электрической энергии для обеспечения надежного снабжения электрической энергией потребителя;
- к функционированию рынка электрической энергии в условиях евроинтеграции страны;
- к параллельной работе электроэнергетической системы Украины с электроэнергетическими системами соседних стран.

На основе результатов, проведенных Международным энергетическим агентством, а также аналитическими ведомствами США и ЕС анализа состояния и развития мировой энергетической отрасли получен вывод, что успешное решение существующих задач экстенсивного развития электроэнергетики путём наращивания мощностей и расширения количественного состава электроэнергетического оборудования, даже с улучшенными характеристиками, является недостаточным. Поэтому в большинстве стран предают большое внимание вопросам внедрения в электроэнергетику "интеллектуальных" технологий (Smart Grid), как основы перспективного развития отрасли.

В связи с этим в зарубежной энергетической практике инициирована разработка концепции инновационного обновления электроэнергетики. В рамках этой концепции ЭС (все её сегменты) рассматривается, как основной объект формирования нового технологического базиса развития функциональных возможностей электроэнергетических систем (ЭЭС) в целом.

Центральное место среди энергоэффективных разработок занимают "интеллектуальные" сети, которые представляют собой автоматизируемые саморегулируемые системы, основанные на современных информационных технологиях и позволяющие обеспечить более надежное электроснабжение и более экономичное электропотребление с максимальными ограничениями негативного воздействия на окружающую среду.

Анализ последних исследований и публикаций. Важным фактором, влияющим на режимы работы ЭЭС, является старение электросетевого оборудования, что характерно как для Украины, так и для большинства промышленно развитых стран во всём мире. Пропускная способность ЭЭС с течением вре-

мени снижается, растёт разветвлённость и усложняется её конфигурация. Данный факт приводит к перегрузке элементов ЭЭС, к которым относятся и воздушные линии (ВЛ), в результате дополнительного наложения транзитных потоков мощности [5].

Для устранения перегрузки элементов ЭЭС на сегодня предусмотрены средства противоаварийной автоматики, учитывающие изменение конфигурации за счет отключения части потребителей, категория надёжности которых допускает перерыв в электроснабжении. Основным требованием к таким устройствам является селективность действия [5].

Кроме того, на надёжность и безопасность работы ЭЭС оказывают влияние гололедо-изморозевые образования, которые значительно усложняют процесс управления режимами их работы. В последнее время наблюдается воровство и вандализм на опорах ВЛ [2].

Одной из задач эффективного управления режимами работы ЭЭС в рамках "интеллектуализации" сети является учет и контроль технологических потерь и потерь на корону [1, 3, 4].

Таким образом, повышение эффективности управления режимами работы ЭЭС с учетом их технических особенностей требует необходимости разработки новых методов "интеллектуализации", основанных на современных информационных технологиях. Одним из таких направлений могут быть системы автоматизированного мониторинга основных параметров ВЛ и окружающей среды.

Цель статьи. Показать эффективность использования автоматизированного мониторинга параметров воздушных линий для повышения "интеллекта" электрической сети, что позволит улучшить качество управления режимами работы электроэнергетических систем Украины с учетом технических особенностей.

Основные материалы исследования. На сегодняшний день имеются научные, технические и программные средства, которые позволяют контролировать состояние действующих ВЛ для повышения эффективности управления режимами работы ЭЭС в рамках стратегии Smart Grid [3, 6, 5].

Основными направлениями развития ВЛ в рамках данной стратегии являются:

- обеспечение надежности и эффективности работы;
- снижение стоимости строительства и эксплуатации;
- сокращение влияния ВЛ на экологию;

- снижение потерь электроэнергии в ВЛ;
- применение конструкций, элементов и оборудования, сохраняющих расчетные параметры, характеризующие надёжность ВЛ, в течение всего срока службы;
- сокращение площади отвода земель под ВЛ в постоянное пользование при соответствующем экономическом обосновании;
- использование передовых, безопасных методов строительства, эксплуатации и ремонта ВЛ;
- развитие технологий диагностики с использованием методов неразрушающего контроля, позволяющих производить оценку технического состояния ВЛ без вывода из эксплуатации;
- мониторинг текущего состояния элементов ВЛ за счет оснащения линий высокоточными системами оценки и контроля их параметров;
- использование систем автоматизированного проектирования (САПР ВЛ) при разработке и технико-экономическом обосновании проектов ВЛ;
- внедрение геоинформационных систем на основе систем спутникового позиционирования (GPS, ГЛОНАСС).

Основной показатель ВЛ в режиме реального времени – это допустимый ток, при котором линия может функционировать без нарушений правил техники безопасности, целостности материалов и надежности ЭЭС. При увеличении токовой нагрузки провод ВЛ нагревается и, соответственно, стрелы провеса могут выходить за допустимые пределы, что приводит не только к изменениям в габаритах ВЛ, но и к снижению механической прочности проводов и возможной термической перегрузки ВЛ.

Традиционно фиксированные значения тепловых показателей ВЛ устанавливаются по справочным данным при проектировании объектов ЭЭС. Такие показатели основаны на определенных представлениях о скорости ветра, температуре окружающей среды и солнечном излучении. Но, так как погодные условия изменяются, то для улучшения качества управления режимами работы ЭЭС необходимо получать и корректировать данные о текущем состоянии ВЛ в зависимости от параметров окружающей среды вместо фиксированных, консервативных представлений, что позволит оптимизировать использование их реальной пропускной способности [3, 6].

По условию механической прочности проводов в сочетании с величиной стрелы провеса (габарит линии), одним из параметров, ограничивающий термическую перегрузку ВЛ, является температура проводов. Температура проводов определяется величиной протекающего тока и внешними факторами (температура окружающего воздуха, скорость и направление ветра, солнечная энергия и др.) [3].

Проектируемые до настоящего времени в ЭЭС устройства ограничения термической перегрузки ВЛ содержат токовые реагирующие органы, осуществляющие противоаварийное управление только в зависимости от значения токовой нагрузки. Зависимость длительно допустимых токовых нагрузок проводов ВЛ (из расчёта нагрева проводов до допустимого уровня) от температуры окружающего воздуха ($T_{в}$) представлена на рис. 1.

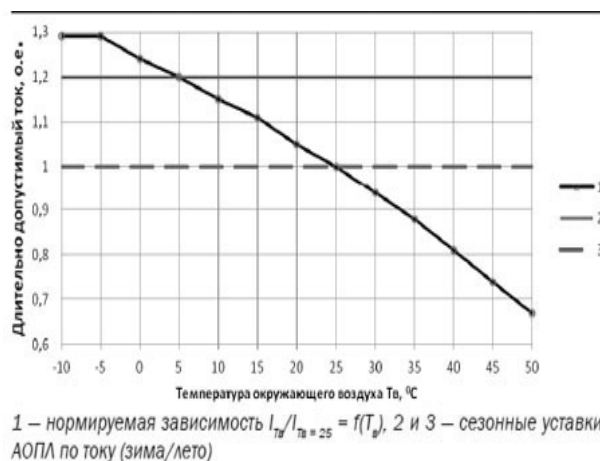


Рисунок 1 – Зависимость длительно допустимых токовых нагрузок проводов ВЛ от температуры окружающей среды

Из графика (рис. 1) видно, что повышение (понижение) температуры окружающего воздуха на 10°C приводит к понижению (повышению) нагрузочной способности ВЛ по току на 10%.

В типовом техническом решении сезонные уставки тока срабатывания автоматики выбираются дискретно при помощи оперативного элемента (с положениями зима / лето), что не позволяет учитывать реальные условия нагрева провода и не обеспечивает в большинстве случаев необходимую селективность работы автоматики. Необходимое действие автоматики для ограничения перегрузки ВЛ может потребоваться в любом диапазоне климатических условий окружающей среды [7].

Однако, действия устройств, выполненных по методу контроля тока ВЛ и не учитывающие внешние климатические условия могут оказаться неселективными. С одной стороны, возможно излишнее срабатывание автоматики при величине тока меньшей, чем допустимое значение, с выдачей управляющих воздействий, которые приведут к неоправданным ограничениям электроснабжения потребителей. С другой стороны, возможно возникновение ситуаций несрабатывания автоматики в случаях, когда ток ВЛ превысит допустимое значение. Данная ситуация представляет опасность термической перегрузки ВЛ и может привести к критическим и аварийным последствиям.

В рамках проведенных научных исследований на имитационной модели ЭЭС была смоделирована ВЛ инерционным звеном первого порядка и характеризуемая постоянной токовой нагрузкой, что позволяет учесть динамику изменения температуры провода в управлении режимами работы ЭЭС. В алгоритме для расчёта температуры проводов были приняты допущения, характеризующие наихудшие условия его охлаждения (отсутствие ветра, наличие солнечной радиации). В качестве переменных параметров, которые определяют нагрев проводов, использованы две величины:

- ток ВЛ на наиболее загруженном участке;
- температура окружающей среды.

Данный подход позволяет определить термическую перегрузку ВЛ. Автоматика в этом случае осуществляет управляющие воздействия в зависимости от степени перегрева проводов, что является более эффективным, потому что позволяет уточнить и уменьшить объём реализации управляющих воздействий. Такой подход кардинально улучшает селективность работы устройств автоматики, так как установки задаются не по току в ВЛ, а по температуре проводов.

Для реализации вышеизложенного целесообразно осуществлять оперативный специализированный технический и метеорологический мониторинг параметров ВЛ датчиками, которые монтируются непосредственно на проводах и опорах. Передача зарегистрированной и обработанной датчиками информации возможна по радиоканалу [6, 7].

Система автоматизированного мониторинга ВЛ строится по иерархическому принципу и включает в себя:

- устройства нижнего уровня (первичные датчики системы мониторинга), устанавливаемые на опорах и/или проводах ВЛ;
- устройства среднего уровня (локальные модули системы мониторинга), которые монтируются на опорах ВЛ в точках сбора информации;
- устройства верхнего уровня (автоматизированное рабочее место (АРМ)), устанавливаемые в диспетчерских пунктах ЭЭС.

Между устройствами среднего уровня и АРМ обеспечивается беспроводная связь стандарта GSM (GPRS) для сбора первичной технической и метеорологической информации. При этом автоматически обеспечивается сквозная адресация всех узлов сети за счет присвоения абонентских номеров сотовой связи, что дает возможность доступа к первичной информации на любом уровне иерархии системы управления. Собранная информация сохраняется на АРМ. Программное обеспечение среднего уровня формирует базу данных собранной информации, которая используется для оперативного управления режимами ВЛ и является связующим звеном с другими иерархическими уровнями системы управления ЭЭС.

На сегодняшний день целесообразным является внедрение системы автоматизированного мониторинга ВЛ в энергосистемы Украины с учетом технических особенностей путем интеграции в существующую систему оперативно-информационного комплекса (ОИК).

Исходя из этого, нами предлагаются структурные схемы комплекса технических средств (КТС) системы автоматизированного мониторинга ВЛ для ЭЭС Украины с учетом технических особенностей.

Для Днепровской, Северной, Центральной и Западной ЭЭС такая схема приведена на рис. 2.

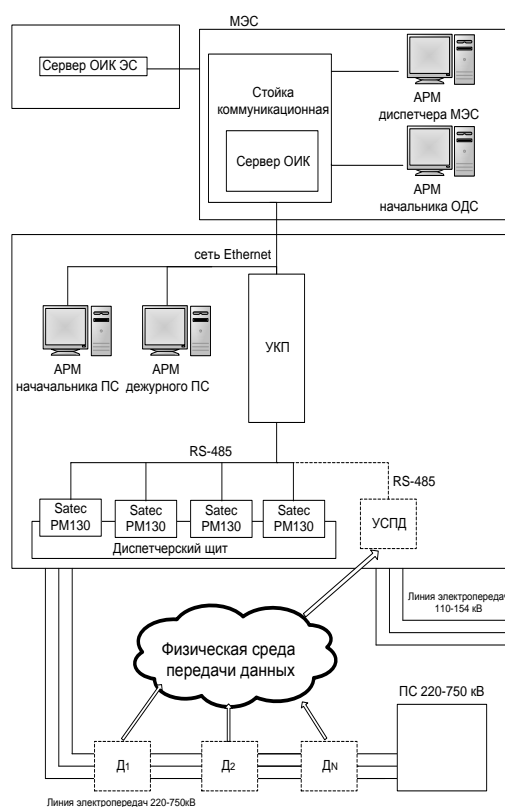


Рисунок 2 – Структурная схема КТС для Днепровской, Северной, Центральной и Западной ЭЭС

Для Южной и Юго-Западной ЭЭС актуальна структурная схема КТС системы автоматизированного мониторинга ВЛ, которая представлена на рис.3.

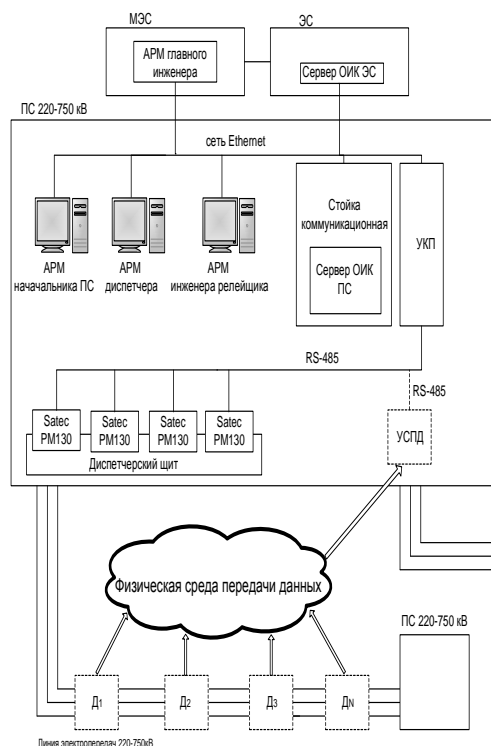


Рисунок 3 – Структурная схема КТС для Южной и Юго-Западной ЭЭС

Нижний уровень системы автоматизированного мониторинга ВЛ для представленных вариантов объединения ЭЭС Украины (рис. 2, 3) состоит из:

- Д1, Д2,... ДN – интеллектуальные датчики измерения и передачи параметров ВЛ на ПС;
- УСПД – устройство сбора и передачи данных; среда передачи данных;
- УКП – универсальный контролируемый пункт системы ОИК (АСДУ).

Принцип управления "интеллектуальной" сетью заключается в следующем:

- наличие современных цифровых устройств защиты и автоматики;
- наличие средств управления, позволяющих в реальном времени воздействовать на элементы сети;
- наличие системы координации управляющих воздействий при возникновении аномальных режимов работы сети, включая аварийные ситуации.

Интерфейсы информационного взаимодействия по схемам КТС представлены в табл. 1.

Таблица 1 - Интерфейсы информационного взаимодействия по схемам КТС

Наименование интерфейса	Элементы "интеллектуальной" сети, имеющей интерфейс	Информационный протокол, на базе которого построен информационный интерфейс
Объект технологического управления	Подстанция; система мониторинга	Сервер IEC 61850-90-1; Сервер IEC 62445-2; Сервер IEC 61850-90-5; Сервер МЭК 60870-5-104
Субъект технологического управления	Диспетчерский центр	Клиент IEC 61850-90-1; Клиент IEC 62445-2; Клиент IEC 61850-90-5; Клиент МЭК 60870-5-104

Выводы. Показана эффективность использования автоматизированного мониторинга параметров воздушных линий для повышения "интеллекта" электрической сети, что позволит улучшить качество управления режимами работы электроэнергетических систем Украины с учетом технических особенностей.

Список использованных источников

1. Воротницкий М. Э. Потери электроэнергии в электрических сетях энергосистем / М. Э. Воротницкий, Ю. С. Железко, В. Н. Казанцев. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 368 с.

2. Черемисин Н. М. Мониторинг параметров гололедной ситуации в электрических сетях ПАО "Крымэнерго" / Н. М. Черемисин, Г. И. Груба, А. А. Савченко // Электрические сети и системы – 2012.- №1.- С. 34-38.

3. Лежнюк П. Д. Повышение эффективности управления режимами электрических сетей на базе мониторинга параметров воздушных линий и окружающей среды / П. Д. Лежнюк, М. М. Черемисин, Ю. Ф. Редько, В. В. Черкашина, А. А. Мирошник // Энергетика та електрифікація. – 2012. – №12. – С.34-41.

4. Методичні вказівки з аналізу технологічних витрат електроенергії та вибору їх зниження. – Київ, ОЕП "ГРІФРЕ", 2004. – 159 с.

5. Титов Н. Н. Повышение надежности и качества функционирования автоматизированных систем диспетчерского управления электроэнергетическими системами / Н. Н. Титов – Харьков: Факт, 2013. – 199с.

6. Титов Н. Н. Формирование ведомственной системы сбора метеоданных в условиях эффективного оптового рынка электроэнергии / Н. Н. Титов, М. С. Доценко, С. И. Доценко, Н. М. Черемисин, П. Д. Лежнюк // Праці інституту електродинаміки НАН України. Спеціальний випуск. Енергетичні ринки: перехід до нової моделі ринку двосторонніх контрактів і балансуєчого ринку. – 2009. – С. 41–48.

7. Холод А. В. Управление пропускной способностью воздушных линий в условиях active smart grid analytics / А. В. Холод // Вісник Харківського Національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. – 2013. – Вип. 130 – С.162-165.

Анотація

ПІДВИЩЕННЯ "ІНТЕЛЕКТУ" ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ ЗА РАХУНОК АВТОМАТИЗОВАНОГО МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ

Черемісін М. М., Черкашина В. В., Холод А. В.

Показана ефективність використання автоматизованого моніторингу параметрів повітряних ліній для підвищення "інтелекту" електричної мережі, що дозволить поліпшити якість керування режимами роботи електроенергетичних систем України з урахуванням технічних особливостей.

Abstract

INCREASING "INTELLIGENCE" MAINS THROUGH AUTOMATED MONITORING THE PARAMETERS OF AIR LINES

N. Cheremisin, V. Cherkashyna, A. Holod

The efficiency of the automated monitoring of parameters of overhead lines to enhance the "intelligence" electrical network, which will improve the quality of management of modes of electric power systems of Ukraine, taking into account the technical characteristics.