

**КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ
ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Киктев Николай Александрович, к.т.н., доцент

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Kiktev Nikolay, PhD, nkiktev@gmail.com

National University of Life and Environmental of Ukraine

Сформулированы концептуальные основы диагностики качества функционирования сельскохозяйственных потребителей электрической энергии с использованием векторных измерений в производстве, переработке, хранении сырья растительного происхождения и автоматизации технологических процессов в животноводстве. Выполнен обзор литературных источников по вопросам использования векторных измерений для диагностики качества энергетических процессов в электроэнергетических сетях SMART-технологий и электротехнических системах с различными источниками генерации и агропромышленными потребителями электрической энергии.

Ключевые слова: *электроэнергия, диагностика, качество, векторные измерения, синхροфазорная технология, информационная система.*

Задачи управления качеством электроэнергии на предприятиях агропромышленного комплекса является важной задачей для улучшения функционирования электрического оборудования.

Бесперебойная работа данных устройств влияет на качество сельскохозяйственного производства, а также на продолжительность службы электрооборудования. Указанные задачи должны быть построены на:

- основе мониторинга (непрерывный контроль) показателей качества электроэнергии на всех уровнях потребления электроэнергии;
- информационное обеспечение электроснабжения потребителей;
- установление требований к потребителю и системе;
- применение технологии синхронизированных векторных измерений для мониторинга и управления качеством электроснабжения (WAMS- технологии);
- разработанных, обоснованных и своевременно принимаемых мер по недопущению ухудшения качества электроэнергии;
- оценке влияния качества электроэнергии на надежность электроснабжения.
- методы оценки влияния перерывов в электроснабжении, в т.ч. кратковременных, потребителей возможность сохранения и восстановления нормальной работы электроустановок после восстановления электроснабжения;
- статистической базе данных измерений, что позволит прогнозировать процессы в электрической системе, определить ожидаемые уровни показателей качества электроэнергии в будущем, предупреждать развитие аварийных ситуаций, снизив, таким образом, риск возникновения убытков поставщика и / или потребителя, за счет вовремя разработанных, обоснованных и своевременно предпринимаемых мер по недопущению ухудшения качества электроэнергии;
- оценке влияния качества электроэнергии на надежность электроснабжения.

Оценка расходов производственных энергетических ресурсов пищевых производств исследована в работе украинских ученых [1].

Технические и программные средства, применяемые в системах векторных измерений, описаны ниже. Исследованием качества электроэнергии посвящено много публикаций. Ученые из НТУУ «Киевский политехнический институт» исследовали систему мониторинга качества электрической энергии в децентрализованных системах электроснабжения [2].

Ученые Института электродинамики НАН Украины разработали регистрирующий прибор (СП) «Регина-Ч», который по своим техническим и функциональным характеристикам не уступает лучшим зарубежным аналогам. Прибор обеспечивает регистрацию мгновенных значений токов и напряжений, хранения и обработки результатов измерений; их отражение в виде, наиболее информативном для персонала (текстовые сообщения, графики, таблицы, осциллограммы и др.), а также передачу информации на любой уровень иерархии управления с ее привязкой к сигналам точного времени. Данные приборы являются составной частью системы мониторинга переходных режимов (СМПР), объединенные в локальную вычислительную сеть, которая объединяет измерительные преобразователи или другие устройства мониторинга нижнего уровня и сервер сбора данных (Fast Ethernet 100 Мбит / с, TCP / IP). Удаленный компьютер верхнего уровня устанавливается в диспетчерском центре (ДЦ) объединенной энергетической системы ОЭС (НЭК «Укрэнерго») и соответствующей электрической системы для получения информации от коммутационного сервера [2].

Интеллектуальные электронные устройства ЭНИП-2 [3] осуществляют измерения синхронизированных векторов (синхрофазоров) токов и напряжений (PMU, Phasor Measurement Unit), а так же синхронизированы измерения параметров режима энергосистемы по действующим значениям тока и напряжения и по основной гармонике и передачу параметров в автоматизированные системы технологического управления по цифровому гальванически развязанным интерфейса Ethernet.

Данные устройства предназначены для применения в системах мониторинга переходных режимов (WAMS) и в автоматизированных системах технологического управления нового поколения WACS, в АСУ ТП подстанций и автоматизированных системах диспетчерского управления, в автоматических системах технологического управления активно-адаптивных сетей, режимной автоматики. Устройства ЭНИП-2 могут непосредственно передавать данные при подключении к локальной сети подстанции или электростанции или через устройства сбора и передачи данных синхронизированных измерений PDC или через аналогичные устройства систем сбора и передачи технологической информации.

СМПР - это многоуровневая распределенная автоматизированная система сбора, обработки и хранения данных синхронизированных векторных измерений параметров электромеханических переходных процессов и установившихся режимов. За рубежом данный класс систем называется Wide Area Measurement System (WAMS). Одна из таких систем разработала компания «Парма» (г. Санкт-Петербург). В качестве основного элемента нижнего уровня СМПР (уровень энергетических объектов) использованы цифровые регистраторы процессов ПАРМА РП4.11 и ПАРМА РП4.12 - микропроцессорные устройства, сочетающие в себе функционал автономных регистраторов аварийных событий, устройств синхронизированных векторных измерений. На верхнем уровне СМПР использован специализированный программный комплекс WAProtector - это специализированная SCADA, которая ориентирована на работу в реальном времени с большими объемами синхронизированных векторных измерений, получаемых по протоколу IEEE C37.118.2-2011.

Программа позволяет создавать пользовательские алгоритмы, предназначенные для решения задач контроля и обеспечения устойчивости энергосистемы в реальном времени. В работах американских исследователей описан микрофазор (PMU) - устройство с использованием интеллектуальных инверторов, поддерживающих Интернет-вещей (IoT). Автоматизацией систем векторных измерений занимались также хорватские исследователи, разработали алгоритм обнаружения и защиты распределенной генерации микросети [4].

Учитывая научных публикаций можно сделать вывод, что на сегодня отсутствуют системные исследования по созданию автоматизированной системы управления электропотреблением предприятий с использованием синхронизированных векторных измерений. Общая структура концепции автоматизированной интеллектуальной системы управления электропотреблением агропромышленных предприятий с использованием синхронизированных векторных измерений, в рамках которой выполняется данная работа, представленная на рис. 1. Концепция разрабатывается в рамках научно-исследовательского проекта.

Синхрофазорные технологии обычно подразумевает использование данных синхрофазора от устройства векторных измерений (PMU) для мониторинга состояния. Он включает в себя множество чувствительных инструментов для передачи данных PMU с остальной частью сети, а затем для отправки данных для различных приложений. Синхрофазорную технологию можно разделить на три уровня, как показано на рис. 2 [5].

Уровень измерений. Измерительный слой состоит из трансформаторов тока (СТ) и трансформаторов напряжения (РТ), аналоговых блоков и PMU. В PMU есть GPS для отметки времени данных, и они используются на подстанциях для сбора аналоговых данных от СТ и РТ.

Уровень сбора данных. После сбора данных блоки PMU отправляют данные в концентраторы векторных данных - это устройства, которые объединяют данные из нескольких устройств измерения. Они получают фазовые измерения от удаленных PMU через среду связи и сохраняют данные в системе управления базами данных (СУБД).

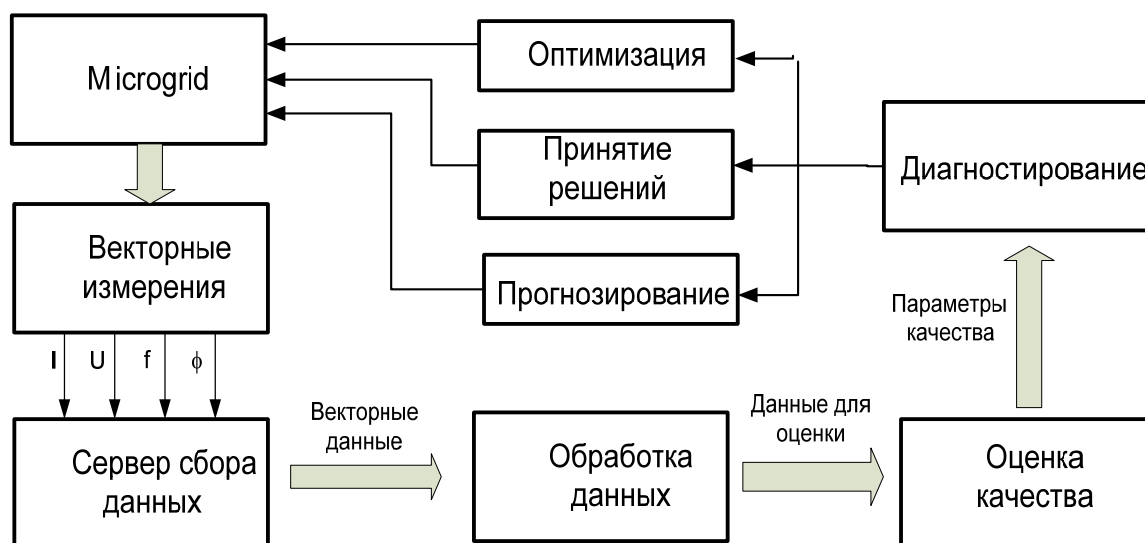


Рисунок 1. – Общая структура концепции

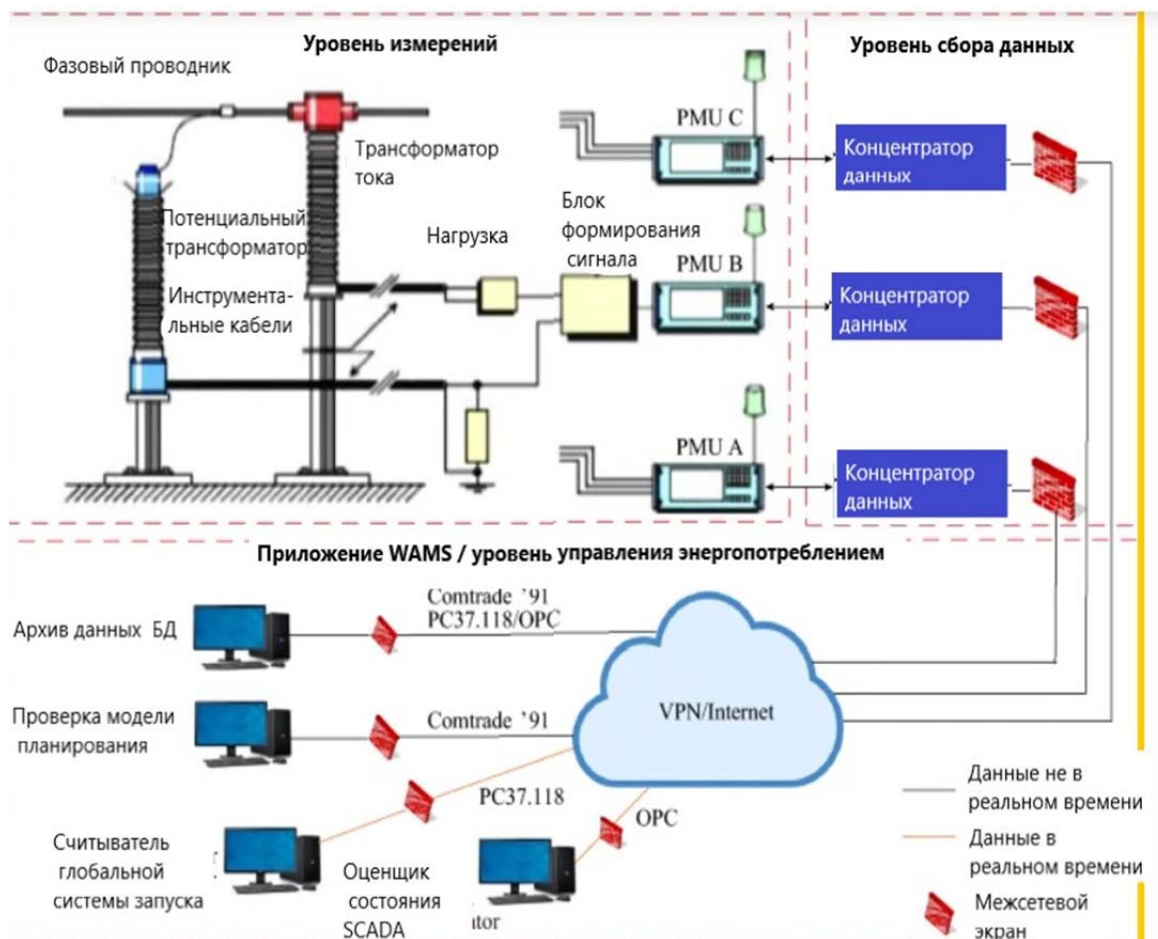


Рисунок 2. – Архитектура информационной системы векторных измерений электроэнергии

Функция концентратора данных (PDC) – обработка, синхронизация и хранение данных. PDC через свою систему мониторинга также предоставляет информацию о параметрах производительности системы, таких как задержка, качество данных, частота кадров и др.

Блоки PMU соединяют основные подстанции в системах передачи и передают измерения в режиме реального времени через Интернет или волоконно-оптические средства связи. Измерения собираются локальными концентраторами на различных предприятиях, данные обрабатываются в СУБД и подключаются к централизованному концентратору PDC.

Уровень приложения - уровня управления энергопотреблением системы глобальных измерений (WAMS). Это часть синхрофазорной технологии, по которой PDC отправляет данные в диспетчерские по каналам связи. Поскольку данные предоставляются в режиме реального времени, они обеспечивают сценарий реального времени сети. Приложения разрабатываются для использования этих данных, чтобы обеспечить лучшую видимость системы.

Рассмотрены концептуальные основы создания информационно-управляющей системы диагностики качества потребителей электроэнергии в сельском хозяйстве с использованием синхронизированных векторных измерений.

Список использованных источников

1. Козирський В.В., Момотюк В.В., Засць Н.А. Обґрунтування створення нейронної мережі оцінки витрат виробничих енергетичних ресурсів хлібокомбінату / Наукові праці НУХТ, 2017, Vol. 23. – с. 7-14.
2. Б.С. Стогній, О.В. Кириленко, О.Ф. Буткевич, М.Ф. Сопель. Застосування засобів моніторингу перехідних режимів в ОЕС України при розв'язанні задач диспетчерського керування. Технічна електродинаміка, № 7, 2009. – с. 27-35.

3. ЭНИП-2 с поддержкой синхронизированных векторных измерений Руководство по эксплуатации / ЗАО «Инженерный центр «Энергосервис» / Флейшман И.Л./ 23.08.2013 г.
4. Srdjan Skok, Kristijan Frlan, Krešimir Ugarković. Detection and Protection of Distributed Generation From Island Operation by Using PMUs / December 2017, Energy Procedia 141: 438-442.
5. Muhammad Usama USMAN, M. Omar FARUQUE . Applications of synchrophasor technologies in power systems. Journal of Modern Power Systems and Clean Energy, volume 7, pages211–226(2019).