Использованные источники:

1. Мельник С.В., Голощапов Г.А. Модифицированные пластичные смазки для быстроизнашивающихся узлов трения ходовой части транспортных и транспортно-технологических машин: монография. – Омск: Амфора, 2016. – 125 с.
2. Егоров М.А., Калякин А.В., Файзуллин Р.Р. Применение горючего на авиационной технике при проведении авиационных работ. Смазочные масла, пластичные смазки, специальные жидкости: учебное пособие – Ульяновск: Ульяновское высш. авиационное училище гражданской авиации (ин-т), 2015. – 169 с.
3. Крахмалев С.И., Мельников В.Г., Тыщенко В.А. Пластичные смазки \: основы рационального применения и надежность техники. – Самара: Офорт, 2010. – 454 с.
4. Коврига Е.В., Сумская О.А. Автомобильные эксплуатационные материалы: учебное пособие. – Армавир: АГПУ. 2017. – 115 с.
5. Зиновьева А.В., Чернов Г.И., Аистов И.П., Юша В.Л. Рабочие вещества низкотемпературной, вакуумной и компрессорной техники: учебное пособие. – Омск: Издательство ОмГТУ. 2018. – 139 с.
6. Козловский Э.А., Повтарев И.А. Технология ремонта и основы технической диагностики химического оборудования: учебное пособие. – Иваново: ИГХТУ. 2017. – 147 с.

УДК 621.31

DOI: 10.26898/agroinfo-2021-238-242

*Виноградов А.В., Виноградова А.В., Букреев А.В., Калугин Е.С.,
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, г. Москва*

ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ С ДАННЫМИ В СИСТЕМАХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Цифровизация электрических сетей строится на взаимодействии систем мониторинга, контроля, учета и управления, связанных друг с другом потоками данных. Эти данные необходимо получать, передавать, хранить и обрабатывать с применением принципов приоритетности, заданной точности, сохраняемости и других.

Ключевые слова: цифровизация электрических сетей, электрические сети, принципы получения, передачи, хранения, обработки данных.

Согласно концепции цифровой трансформации ПАО «Россети», цифровая сеть – совокупность объектов электрической сети, управление которыми осуществляется на базе цифровых технологий [1]. Стратегии цифровизации электрических сетей требуют, в первую очередь, обеспечения сетей системами мониторинга, контроля, учета и управления, собственно, и представляющих собой системы цифровизации. Эти системы связаны друг с другом потоками цифровых данных.

На разработку средств мониторинга, контроля, учета в электрических сетях направлены усилия ученых и производителей в разных странах [2-6]. Очень актуальным направлением является разработка решений по управлению электрическими сетями и микросетями. [7-10]. Управление электрической сетью сводится к управлению ее конфигурацией на основе получаемой информации о параметрах режимов работы сети. В качестве исполнительных элементов систем управления конфигурацией электрической сети применяются коммутационные аппараты, устанавливаемые в ней, в том числе мультиконтактные коммутационные системы и устройства секционирования и резервирования [11, 12]. Управление конфигурацией сети позволяет сокращать количество и время перерывов в электроснабжении потребителей, количество случаев и время несоответствия качества поставляемой потребителям электроэнергии и, косвенно, повышать доступность энергетической инфраструктуры. К основным принципам управления конфигурацией электрической сети относятся наблюдаемость, управляемость, гибкость конфигурации, сегментируемость электрической сети, а также интеллектуализация оборудования и интегрированность в экономику, выполнение которых в полном объеме невозможно без цифровизации электрической сети [13].

Выделим следующие основные подсистемы и элементы систем управления конфигурацией электрической сети:

- системы мониторинга: параметров режимов работы электрической сети; электрооборудования электрической сети и других параметров;
- системы контроля: состояния оборудования электрической сети и изменения этого состояния; параметров режимов работы электрической сети; других параметров;
- системы учета: потребления электроэнергии в разных точках сети; количества и результатов срабатываний электрооборудования; ресурса электрооборудования; количества и продолжительности перерывов в электроснабжении потребителей; других параметров; исполнительные элементы (устройства) системы управления (коммутационные аппараты, другое электрооборудование, установленное в сети и осуществляющее изменение ее конфигурации).

Указанные подсистемы и устройства должны быть интегрированы в систему управления конфигурацией, которая использует от подсистем необходимые данные и выдает команды на управление исполнительными элементами, предоставляет необходимую информацию персоналу, управляющему сетью, то есть обеспечивает выполнение указанных выше принципов управления конфигурацией электрической сети. Элементы указанных подсистем могут быть интегрированы также в электрооборудование электрической сети, в отдельных случаях одни и те же элементы, например, датчики, могут использоваться одновременно в нескольких подсистемах.

Системы контроля и мониторинга параметров режимов работы позволяют обеспечивать наблюдаемость сельской электрической сети за счет получения необходимых данных о ситуации в сети персоналом компаний, осуществляющих диспетчеризацию, эксплуатацию сети. Также системы контроля и мониторинга передают информацию, необходимую для управления электрической сетью, ее обслуживания. Это позволяет сокращать время перерывов в электроснабжении потребителей, время несоответствия качества поставляемой электроэнергии и время осуществления технологических присоединений.

На рисунке 1 показана структурная схема системы управления конфигурацией сети, отражающая концепцию и основные принципы управления конфигурацией. Схема включает в себя подсистемы и устройства контроля, учета, мониторинга и управления.

Рисунок 1. Структурная схема системы управления конфигурацией электрической сети

Исполнительные элементы включают все управляемое электрооборудование, такое как коммутационные аппараты, устройства регулирования напряжения, устройства компенсации реактивной мощности, вводно-учетно-распределительные устройства потребителей и т. п. Осуществляется контроль, мониторинг и учет в контрольных точках параметров режимов

работы электрической сети как управляемого объекта, а также контроль, мониторинг и учет параметров исполнительных элементов. К параметрам режимов работы электрической сети относятся значения тока, напряжения, мощности, угла сдвига фаз, показатели качества электрической энергии, параметры времени работы в том, или ином режиме и другие. К параметрам исполнительных элементов относятся состояние (включено/отключено), ресурс, уставки срабатывания, временные параметры срабатывания, регулирования, выдержки времени, диапазоны регулирования и другие.

Центр диспетчеризации сети (ЦДС) включает в себя блок обработки информации и управления сетью (можно назвать его также виртуальной электростанцией, или блоком управления сетью (БУС)); средства отображения информации о режимах работы сети и состоянии оборудования (ситуации в сети); средства приема и передачи данных; персонал, контролирующий сеть и управляющий ею (диспетчеры сети) и их автоматизированные рабочие места, построенные, например, как показано в [14]. Предполагается, в основном, автоматическое управление сетью с помощью БУС, а при необходимости – ручное управление, осуществляемое диспетчером, отдающим команды на переключения в сети, на управление оборудованием, регулирующим параметры режима работы сети. При этом задается приоритет автоматического и ручного управления на различные операции по управлению сетью. Диспетчер может перевести управление полностью в ручной режим. Упрощенная структурная схема ЦДС показана на рисунке 2.

БУС - блок управления сетью (виртуальная электростанция); АРМ диспетчера (АРМ) - автоматизированное рабочее место диспетчера; ПрЭЦДС - принимающий элемент центра диспетчеризации сети; ПЭЦДС - передающий элемент центра диспетчеризации сети.

Рисунок 2. Структурная схема центра диспетчеризации сети (ЦДС)

При построении систем контроля, учета, мониторинга используются принципы построения систем автоматизации [15, 16]. К параметрам режимов работы электрической сети следует относить:

- текущие значения тока, напряжения, активной и реактивной, полной мощности, показателей качества электроэнергии (ПКЭ), коэффициентов мощности, углов между током и напряжением, частоты;
- значения потребления электроэнергии за определенный период времени;
- значения времени отключений напряжения за определенный период времени;
- значения времени несоответствия качества электроэнергии (по различным ПКЭ);
- значения времени нахождения определенных параметров в заданных пределах (например, время наличия тока заданной величины);
- максимальные и минимальные значения тока, напряжения, мощности и т. д. за определенный период времени;
- скорость изменения тока, напряжения;
- форму графиков тока, напряжения;
- другие параметры.

Значения этих параметров должны быть получены, передаваться от систем мониторинга и контроля, учета, храниться и обрабатываться с соблюдением принципов, которые можно сформулировать следующим образом:

– принцип приоритетности. Он заключается в том, что поступающая информация должна сортироваться и обрабатываться с учетом ее приоритетности для целей управления. Как диспетчер, так и средства автоматического управления должны получать в первую очередь самую важную информацию, требующую немедленной реакции. В первую очередь это информация о возникновении аварийных режимов в сети и их параметрах. Эта приоритетная информация должна с максимально возможной скоростью передаваться в центр диспетчеризации сети (ЦДС) и на автоматизированное рабочее место диспетчера (АРМ) и обрабатываться. При этом должны быть приняты меры по привлечению внимания к ней диспетчера средствами визуализации и сигнализации. Для передачи этой информации должны использоваться протоколы «по событию», например, МЭК-104. Соблюдение данного принципа позволяет сократить время реакции на ситуации в сети, за счет чего повышается ее управляемость;

– принцип заданной точности. Этот принцип заключается в том, что разные данные о параметрах режимов работы сети требуют разной точности. Так для контроля отключений напряжения достаточно точности в десятки вольт, а для контроля отклонения напряжения – точность должна быть не менее 1 вольт. Это же касается контроля и мониторинга, учета значений тока, мощности и других параметров. В некоторых случаях достаточно контроля и мониторинга только наличия, или отсутствия параметра, например, при осуществлении способов блокировки обратной трансформации – только контроля наличия напряжения и направления тока в контролируемой сети. Выполнение этого принципа позволяет удешевить средства контроля, мониторинга, обработки и представления данных;

– принцип дифференцированности частоты записи и передачи данных. Принцип заключается в том, что сохранение и передача данных о значениях контролируемого параметра осуществляются с изменяемой частотой в зависимости от динамики их изменений. Нет необходимости сохранять и передавать значение параметра с высокой частотой при отсутствии фактов его изменений. В этом случае запись значений и их передача выполняется с гораздо более низкой частотой, чем при изменении контролируемого параметра. При изменении параметра запись и передача начинают автоматически выполняться с высокой заданной частотой. Это позволяет осуществлять экономию места на хранителях информации, снижать загрузку каналов передачи данных. При обработке данных, переданных с разной частотой, учитывается указанный принцип. То есть принимается максимальная частота получения данных, определяется количество данных, которые должны быть получены с этой частотой. Те данные, что получены с более низкой частотой, дополняются до необходимого их количества значениями, в промежутках между соседними полученными фактически данными, равными этим фактическим значением, или интерполированными между ними;

– принцип сохраняемости. Этот принцип заключается в обоснованном хранении данных и их дублировании. Так данные могут и в обоснованных случаях должны храниться как в ЦДС, так и непосредственно в системах мониторинга, контроля, учета и управления, а, также в обоснованных случаях, и на отдельных датчиках систем, которые должны быть оснащены для этого картами памяти, как правило, съемными. Это позволяет даже при отсутствии связи восстанавливать картину режима работы сети, повышает сохраняемость данных для дальнейшего их анализа;

– принцип защищенности. Этот принцип требует обеспечения необходимого уровня защиты хранения и передачи данных от взлома, вредоносного воздействия на системы контроля, мониторинга, учета и управления. Соответственно при передаче, хранении и обработке данных должны использоваться методы шифрования и расшифровки данных, обеспечивающие необходимый уровень защиты.

Использованные источники:

1. Концепция «Цифровая трансформация 2030». [Электронный ресурс]. Режим доступа: Kontseptsiya_Tsifrovaya_transformatsiya_2030.pdf (rosseti.ru). (дата обращения: 14.09.2021).

2. Виноградов А.В., Большев В.Е., Виноградова А.В. Системы интеллектуализации распределительных электрических сетей // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: материалы 7-й Международной научно-практической конференции "Агроинфо-2018". – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2018. – С. 443-447.
3. Octavian Mihai Ghita, Sorin Dan Grigorescu, Costin Cepisca, Adela Vintea. Power Quality Monitoring Systems for Smart Grid Networks. Conference: Advanced Topics in Electrical Engineering ATEE 2013At: Bucharest Romania. May 2013. DOI:10.1109/ATEE.2013.6563537.
4. Aleksandar Stanimirović, Miloš Bogdanović, Milena Frtunić, Milena Frtunić. Low-voltage electricity network monitoring system: Design and production experience. International Journal of Distributed Sensor Networks, 2020, Vol. 16(1). DOI: 10.1177/1550147720903629.
5. Joaquim Meléndez, Laiz Souto, Sergio Herraiz. Monitoring of low voltage grids with multilayer principal component analysis. International Journal of Electrical Power & Energy Systems 125:106471, February 2021. DOI:10.1016/j.ijepes.2020.106471
6. Солуянов Ю.И., Федотов А.И., Ахметшин А.Р., Солуянов Д.Ю. Применение интеллектуальных систем учета электроэнергии для своевременной корректировки нормативных значений для расчета электрических нагрузок // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: материалы 3-й междунар. молод. конф. REEPE 2021, – М.: МЭИ, 2021, Стр. 9388018. DOI 10.1109/REEPE51337.2021.9388018.
7. S. D. Thakar, A. S. Vijay and S. Doolla, "System Reconfiguration in Microgrids", Elsevier: Sustainable Energy, Grids and Networks., vol. 17, March 2019. DOI 17. 100191. 10.1016/j.segan.2019.100191
8. A. Vinogradov, A. Seyfullin, A. Vinogradova, V. Bolshev, A. Bukreev and Z. Shakurova, Analysis of the concepts of building microgrids containing distributed generation objects, E3S Web of Conferences: International Symposium Sustainable Energy and Power Engineering 2021 (SUSE-2021), Kazan, Russia, February 18-20, 2021. DOI 2021 288. 01108. 10.1051/e3sconf/202128801108.
9. H.J. Moon, J.W. Chang, S.I. Moon, Y.J. Kim, Decentralised active power control strategy for real-time power balance in an isolated microgrid with an energy storage system and diesel generators, Energies, 2019, vol. 12, no 3., p. 511. DOI 10.3390/en12030511.
10. A. Iqbal, T. Iqbal Low-cost and secure communication system for SCADA system of remote microgrids, Journal of Electrical and Computer Engineering, 2019, vol. 2019, p. 1986325. DOI 10.1155/2019/1986325.
11. Виноградов А.В., Виноградова А.В., Псарёв А.И., Лансберг А.А., Большев В.Е. Повышение эффективности защиты линий электропередачи 0,4 кВ с отпайками от однофазных коротких замыканий за счет применения мультиконтактной коммутационной системы МКС-2-3В // Вестник Казанского ГАУ. – 2020. – № 3 (59). – С. 58-63.
12. Виноградов А.В., Виноградова А.В., Псарёв А.И., Самарин Г.Н., Большев В.Е. Повышение надежности электроснабжения потребителей посредством применения мультиконтактных коммутационных систем в линиях электропередачи 0,4 кВ с отпайками // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 11 (114). – С. 48-64. DOI: 10.24411/2227-9407-2020-10105.
13. Виноградов А.В. Понятие и принципы управления конфигурацией интеллектуальных электрических сетей // Агротехника и энергообеспечение. – 2020. – №4 (29). – С. 5-14.
14. АРМ Диспетчера (software2b.ru) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.software2b.ru/> (дата обращения: 12.09.2021)
15. Пронин А.И., Щелкунов Е.Б. Теория автоматического управления : учеб. пособие. – 2-е изд., доп. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2015. – 108 с.
16. СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ (narod.ru). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ani-studio.narod.ru/> (дата обращения: 12.09.2021).

УДК.629.113:658.58

DOI: 10.26898/agroinfo-2021-242-248

*Гребенников С.А., Гребенников А.С., Басков В.Н., Киселёв Г.О., Рогожин А.В.,
ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.»*

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ НЕРАВНОМЕРНОСТИ КОМПРЕССИИ ЦИЛИНДРОВ ДВС

В работе анализируются методы контроля технического состояния цилиндропоршневой группы ДВС и рассмотрены методологические вопросы повышения точности диагностирования компрессионных свойств цилиндров по показателям внутрицикловых изменений угловой скорости коленчатого вала при работе двигателя в режиме холостого хода на одном цилиндре. Приведены результаты теоретического обоснования и экспериментальной проверки предложенного способа оценки компрессии в цилиндрах.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, диагностирование, компрессия цилиндров, неравномерность, угловая скорость.