УДК 620.9 DOI: 10.34031/ES.2022.1.005

ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМ ЦИФРОВОГО МОНИТОРИНГА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Рябчицкий М. В., Воронцов К. К.

ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», г. Москва

Аннотация

В данной работе была проанализирована технологическая ситуация в мире, которая способствует изменению процесса производства различных организаций, установлена ключевая роль электроэнергетики во многих отраслях промышленности. В статье указаны основные проблемы, которые необходимо решить для осуществления качественного и надежного электроснабжения потребителей. В качестве разрешения указанных ситуаций предлагается ввод в эксплуатацию системы цифрового мониторинга электроэнергетических параметров. В представленной статье закладывается план по разработке методики организации систем цифрового мониторинга в электроэнергетике, отмечаются положительные эффекты от применения данного подхода. Помимо этого указаны достоинства систем цифрового мониторинга, которые скажутся на стоимости электрической энергии для промышленных предприятий, а также обычных потребителей. В представленной работе указана текущая ситуация на рынке электроэнергетических компаний, которые заинтересованы в разработке системы цифрового мониторинга и готовы инвестировать в это направление. Выполненный анализ доказывает актуальность разработки такой системы и позволяет наметить возможные пути для ее воплощения в жизнь.

Ключевые слова: *электроэнергетика, электрическая энергия, оптимизация энергосистем, надежность электроснабжения, мониторинг, повышение безопасности работы объектов электроэнергетики, сбор и накопление информации, тарифы на электрическую энергию, профиль потребителя, нежелательные потери.*

ADVANTAGES OF DIGITAL POWER SUPPLY MONITORING SYSTEMS

Maksim Ryabchitskii, Kirill Vorontsov

National Research University “Moscow Power Engineering Institute”, Moscow, Russia

Abstract

In this paper, the technological situation in the world was analyzed, which contributes to a change in the production process of various organizations, the key role of the electric power industry was established in many industries. The article indicates the main problems that need to be solved in order to provide high-quality and reliable power supply to consumers. As a solution to these situations, it is proposed to put into operation a digital monitoring system of electric power parameters. In the presented article, a plan is laid for the development of a methodology for organizing digital monitoring systems in the electric power industry, positive effects are noted from the application of this approach. In addition, the advantages of digital monitoring systems are indicated, which will affect the cost of electrical energy for industrial enterprises, as well as ordinary consumers. The presented work indicates the current situation in the market of electric power companies that are interested in developing a digital monitoring system and are ready to invest in this direction. The performed analysis proves the relevance of developing such a system and allows us to outline possible ways for its implementation.

Keywords: *electric power industry, electric energy, optimization of power systems, reliability of power supply, monitoring, improving the safety of operation of electric power facilities, collection and accumulation of information, tariffs for electric energy, consumer profile, unwanted losses.*

Введение

Современный мир находится в непрерывном изменении, начиная от простых, обыденных вещей (например, эволюция электронных устройств) до проблем глобального масштаба (например, строительство космических спутников, ракет для преодоления планетарных расстояний). Появление новых технологий и установок требует от человечества большого внимания к деталям, чтобы изменения в качестве жизни людей пагубно не сказалось на их благополучии. Однако развитие промышленности происходит такими быстрыми темпами и объемами, что человеку невозможно уследить за всеми процессами, которые протекают при производстве тех или иных товаров и услуг. Приходится прибегать к значительному человеческому ресурсу, чтобы контролировать различные параметры технологических процессов, чтобы не допустить простоя или аварий дорогостоящего оборудования.

В настоящее время производство электроэнергии занимает ключевое место во всех сферах жизнедеятельности человечества. Любые заводы, фабрики не могут осуществлять свою деятельность без электрической энергии. В связи с этим к ней предъявляют определенные требования, которые необходимы для надежной и качественной работы различных организаций. За этими параметрами следит огромное количество технических устройств, которые являются источником больших массивов данных. Нарушение работы такого оборудования может привести не только к снижению объема производства, к потери прибыли предприятий, но и к возникновению аварийных ситуаций.

Чтобы этого не допустить, специалистами должны приниматься технические решения по обслуживанию оборудования, оптимизации энергосистем, повышению надежности электроснабжения. При этом необходимо проводить постоянные наблюдения и анализировать количественные и качественные показатели. Для обозначения этого процесса используют понятие "мониторинг". Этот термин означает непрерывный процесс наблюдения и регистрации параметров объекта, результаты которого служат для обоснования управленческих решений [1]. В настоящее время это понятие используется во многих отраслях, поскольку собирается огромное количество данных, и электроэнергетика не исключение.

Материалы и методы

Авторами данной статьи планируется разработать методику организации систем цифрового мониторинга электроэнергетических параметров для повышения энергоэффективности электроустановок. Существующие решения по мониторингу параметров электрической энергии в низковольтных электроустановках не позволяют принимать решения, направленные на повышение энергоэффективности, так как они нацелены на повышение надежности электроснабжения и предиктивное обслуживание.

Новый подход значительно повысит эффективность, надежность, безопасность работы объектов электроэнергетики. Указанная система позволит собирать информацию с датчиков посредством современных средств телекоммуникации, накапливать информацию на специализированных серверах и обрабатывать данные при помощи программных комплексов (рис. 1) [2].

Работающая система позволит выполнять циклы измерений с высокой скоростью и точностью, что позволит исключить ошибки, связанные с человеческим фактором. Промежутки между циклами измерений могут быть настолько малыми, что возможностей человека не хватит, чтобы зафиксировать такой маленький интервал времени между несколькими измерениями. Постоянно обновляемые параметры наблюдаемого объекта позволят с высокой степенью достоверности прогнозировать состояние этого объекта, предотвращать аварии [3].

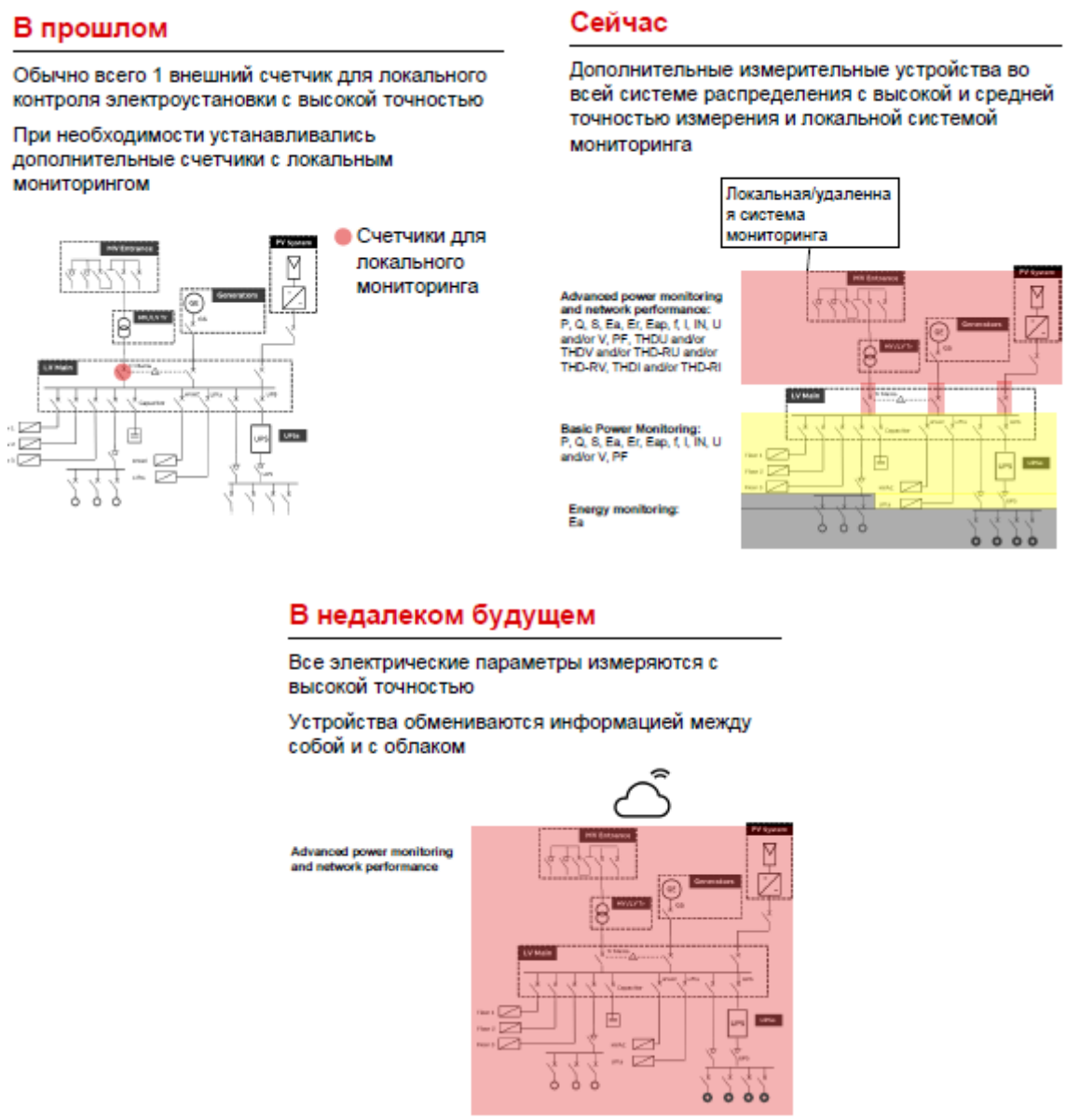

Рис. 1. Системы с измерением и передачей данных

Помимо представленных преимуществ, касающихся надежности, точности и прогнозирования аварийных ситуаций, имеются и достоинства, которые будут оказывать положительный эффект на стоимость электрической энергии для промышленных предприятий и обычных потребителей. Во-первых, за счет использования систем цифрового мониторинга появится возможность снизить потери из-за выявления излишнего расхода и сокращения нежелательных потерь [4]. Во-вторых, окажется доступным осуществление оптимизации счетов за электрическую энергию. Это будет выполнимо благодаря использованию лучших тарифов на электрическую энергию за счет управления профилем потребителя. Помимо этого оптимизация будет возможна из-за исключения превышения порога потребляемой мощности от энергосистемы без отключения основных потребителей. И, наконец, системы цифрового мониторинга позволят автоматически производить расчет затрат на электрическую энергию и распределять их по статьям бюджета. Это достоинство, безусловно, будет должным образом оценено бухгалтерами промышленных предприятий, которым не придется вручную осуществлять учет электрической энергии при составлении отчетности по доходам и расходам.

Результаты

В планируемой методике организации систем цифрового мониторинга предполагается использование современных средств, которые выполняют большой объем измерений и передают их для дальнейшей обработки. Таким устройством может стать многофункциональный измерительный прибор SM-H EKF (рис. 2). С его помощью окажется возможным измерение параметров трехфазных 3-х или 4-х проводных сетей с симметричной и несимметричной нагрузкой с одновременным отображением измеряемых величин и цифровой передачей данных [5].

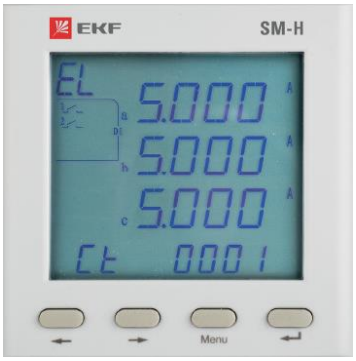

Рис. 2. Многофункциональный измерительный прибор SM-H EKF

Среди измеряемых параметров, которые могут быть измерены представленным устройством, производитель выделяет следующие:

- среднеквадратичные значения тока и напряжения, частоты, активной, реактивной и полной мощности, активной и реактивной энергии в прямом и обратном направлениях;
- коэффициенты мощности, частоты;
- усредненная активная и реактивная мощность; гармоники (вплоть до 51-й гармоники);
- коэффициент гармонических искажений;
- пиковые значения [5].

Безусловно, учет такого количества параметров позволит построить подробную картину того, как ведет себя энергосистема в конкретный, выбранный пользователем промежуток времени. Кроме того, на основе полученных данных можно будет делать выводы о состоянии электроэнергетического оборудования.

В разрабатываемой методике по организации систем цифрового мониторинга электроэнергетических параметров выбор интеллектуальных средств не ограничивается только многофункциональным измерительным прибором. Помимо него планируется использование счетчиков электрической энергии с телеметрическим выходом, использование автоматических выключателей с микропроцессорными расцепителями, которые можно организовать в одну систему по учету, контролю и сбору электроэнергетических параметров.

Выводы

В заключении можно отметить, что модернизация производства, строительство стратегически важных объектов будет способствовать расширению применения систем цифрового мониторинга. В связи с этим необходимо уделять больше внимания вопросам, касающимся правильной работы систем защиты получаемых данных.

Данная тематика активно исследуется в ведущих мировых университетах и научных организациях. Хотя промышленных внедрений не так много, но поиск оптималь-

ных структур и алгоритмов систем цифрового мониторинга ведется достаточно активно [6]. Также важно отметить, что на российском электроэнергетическом рынке имеются компании, интересующиеся данной проблематикой и готовые инвестировать в разработку системы цифрового мониторинга [5, 7, 8].

Библиографический список

1. Рябчицкий М.В., Амелькин С.С. Преимущества цифровых решений в электроэнергетике // Главный энергетик. 2021. № 8. С. 34-39. EDN: DFZGKI
2. Макашева С.И., Сухарукова А.Н., Хорошавина А.А. Цифровизация электроэнергетики: ключевые тренды в управлении качеством электрической энергии // Электроэнергетические комплексы и системы: история, опыт, перспектива: Сб. науч. тр. ХБР.: Изд-во Дальневосточный государственный университет путей сообщения, 2020. С. 82-89. EDN: TTGGQG
3. Носкова А.И., Токранова М.В. Обзор автоматизированных систем мониторинга // Интеллектуальные технологии на транспорте. 2017. № 1(9). С. 42-47. EDN: ZIAHDL
4. Смирнов А., Созинов И. Снижение потерь электроэнергии. Оптимизация режима сети и применение цифровых технологий // Электроэнергия. Передача и распределение. 2021. №1 (20). С. 14-18. EDN: FXDKNU
5. Многофункциональный прибор SM-H. Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. М.: ООО «Электрорешения», [без даты]. 31 с. (дата обращения: 15.11.2022). URL: https://ekfgroup.com/uploads/products/90665F3CCE0B01E2B9878B2D4FE9FB9A.pdf.
6. Energy meters evolution in smart grids: A review / D.B. Avancini, J.J.P.C. Rodrigues, S.G.B. Martins, et al. // Journal of Cleaner Production. 2019. № 217 (10). P. 702-715. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.01.229
7. ЭкоЛайт [Сайт]. URL: https://ecolight.ru/ (дата обращения: 15.11.2022).
8. Курский электроаппаратный завод [Сайт]. URL: https://keaz.ru/ (дата обращения: 15.11.2022).

References

1. Ryabchickii, M.V., & Amel'kin, S.S. (2021). Preimushchestva cifrovyh reshenij v elektroenergetike [Benefits of digital solutions in the power industry]. *Glavnyj energetik*, *8*, 34-39. [In Russian]
2. Makasheva S. I., Suxarukova A. N., & Xoroshavina A. A. (2020). *Cifrovizaciya e`lektroe`nergetiki: klyuchevy`e trendy` v upravlenii kachestvom e`lektricheskoj e`nergii* [*Digitization of the electric power industry: key trends in electric power quality management*]. In *Proc. Electric power complexes and systems: history, experience, perspective* (pp. 82-89). Far Eastern State Transport University. [In Russian]
3. Noskova A. I., & Tokranova M. V. (2017). *Obzor avtomatizirovanny`x sistem monitoringa* [*Overview of automated monitoring systems*]. *Intellektual`ny`e texnologii na transporte*, *1*, 42-47. [In Russian]
4. Smirnov A., & Sozinov I. (2021). *Snizhenie poter` e`lektroe`nergii. Optimizaciya rezhima seti i primenenie cifrovy`x texnologij* [*Reducing electricity losses. Optimizing the network mode and applying digital technologies*]. *E`lektroe`nergiya. Peredacha i raspredelenie, 1 (20)*, 14-18. [In Russian]
5. Electroresheniya Ltd (n.d.). Mnogofunkcional`ny`j pribor SM-H. Rukovodstvo po e`kspluatacii [Multifunctional device SM-H. Manual]. Retrieved November 15, 2022, from https://ekfgroup.com/uploads/products/90665F3CCE0B01E2B. 9878B2D4FE9FB9A.pdf. [In Russian]
6. Avancini, D. B., Rodrigues, J. J. P. C., Martins, S. G. B., Rabelo, R. A. L., Al-Muhtadi, J., & Solic, P. (2019). Energy meters evolution in smart grids: A review. *Journal of Cleaner Production, 217(10)*, 702-715. http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.229.
7. EKOLAJT Ltd, LiderLajt trejd Ltd (n.d.) EkoLajt. Retrieved November 15, 2022, from https://ecolight.ru/. [In Russian]
8. JSC Keaz (n.d.) Kurskij elektroapparatnyj zavod [Kursk electrical apparatus plant]. Retrieved 2022, from https://keaz.ru/ [In Russian]

Сведения об авторах

Рябчицкий Максим Владимирович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Теоретические основы электротехники».

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва.

E-Library AuthorID: 34785

Воронцов Кирилл Константинович, аспирант.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва.

Authors about

Maksim Ryabchitskii, Cand. of Tech. Sciences, Associate Professor of the Department "Theoretical Foundations of Electrical Engineering."

National Research University "Moscow Power Engineering Institute", Moscow, Russia.

Kirill Vorontsov, graduate student.

National Research University "Moscow Power Engineering Institute", Moscow, Russia.