

УДК 33**DOI: 10.34670/AR.2023.79.94.029****Совершенствование организационно-экономического механизма управления региональными энергетическими предприятиями, внедрение мониторинга и анализа состояния оборудования****Кабанов Петр Алексеевич**

Аспирант,
Уфимская высшая школа экономики и управления,
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
450044, Российская Федерация, Уфа, ул. Космонавтов, 12;
e-mail: kabanov.petr@gmail.com

Аннотация

На основе предиктивной аналитики важно создать высокоэффективный организационно-экономический механизм управления энергетическим предприятием, повышающий эффективность и устойчивую производительность. Цель: поддержание надежности энергоснабжения и качественных энергетических параметров на нормативном уровне; получение объективной и независимой информации о состоянии оборудования; планирование инвестиций в модернизацию и обновление на основе объективной информации об оставшемся сроке службы; повысить надежность и срок службы оборудования за счет своевременной диагностики; снабжение энергией по доступным ценам для всех потребителей; соблюдение нормативных требований по охране окружающей среды. Результаты. В статье рассмотрены основные тенденции развития систем автоматизированной диагностики и контроля технического состояния оборудования. Автор статьи определяет основные этапы разработки, формулирует концепцию автоматизированной системы мониторинга и технической диагностики, а также анализирует трехуровневую систему. Выводы. Процессы изменения энергетической политики Российской Федерации требуют координации решений при разработке региональных энергетических стратегий. Также необходим постоянный анализ изменений текущего пространственного распределения энергодбаланса страны.

Для цитирования в научных исследованиях

Кабанов П.А. Совершенствование организационно-экономического механизма управления региональными энергетическими предприятиями, внедрение мониторинга и анализа состояния оборудования // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2023. Том 13. № 11А. С. 280-287. DOI: 10.34670/AR.2023.79.94.029

Ключевые слова

Цифровая трансформация, диагностика, контроль, предиктивная аналитика, технические средства, техническое состояние, энергетика.

Введение

Эффективная эксплуатация энергетических объектов основана на эффективной диагностике электрооборудования. В настоящее время задачи эффективной диагностики не ограничиваются: подбором параметров информационно-управляющей аппаратуры, их качественным измерением в рабочих условиях и достоверной интерпретацией полученных результатов. В связи с цифровой трансформацией отрасли эти задачи существенно расширились в направлении мониторинга, включая технологии дистанционного мониторинга, оценки состояния и прогнозирования отказов оборудования, формирования математических моделей для предиктивной аналитики, методы искусственного интеллекта и машинного обучения, разработка эффективных систем выбора оперативного эффекта. Необходимо строго придерживаться принципа опережающего развития энергетического комплекса и иметь специальные резервы производительности для покрытия плановых изменений спроса. Процессы изменения энергетической политики Российской Федерации требуют координации решений при разработке региональных энергетических стратегий; также необходимо постоянно анализировать изменения в современном пространственном размещении энергетического комплекса страны. Цель статьи – совершенствование организационно-экономического механизма управления региональными энергетическими предприятиями, включая контроль и анализ состояния оборудования.

Материалы и методы

Надежность и обоснованность подходов к оценке существующих систем автоматизированной диагностики и мониторинга технического состояния существующего оборудования с использованием комплексных подходов к исследованию. Методологической основой исследования являются работы отечественных и зарубежных ученых в области прогнозной аналитики: Андрушина А.В. [Андрюшин, 2019], Силипо Р. [Silipo, 2013]. Использовались методы систематического и ситуационного анализа.

Результаты исследований и обсуждение

Принимая во внимание существующие формы управления энергетическим предприятием, следует отметить, что энергетическое предприятие является элементом регионального энергетического комплекса, состоящего из топливных, энергопроизводящих предприятий, энерготранспортных предприятий и энергопотребляющих предприятий. Обеспечение постоянного спроса на ток осуществляется в пределах имеющихся в энергосистемах мощностей по выработке и передаче электроэнергии. Поскольку сроки выработки и потребления электроэнергии случайны, это фактически означает, что энергосистема работает по суточному графику нагрузки потребителей данного региона. Важно создать высокоэффективный организационно-экономический механизм управления предприятиями энергетики, повысить эффективность и устойчивость показателей на основе предиктивной аналитики. Необходимо:

- Поддержание надежности энергоснабжения и качественных энергетических параметров на нормативном уровне;
- Получение объективной и независимой информации о состоянии оборудования;
- Планирование инвестиций в модернизацию и обновление на основе объективной

информации об оставшемся ресурсе, тем самым повысить надежность и срок службы оборудования за счет своевременной диагностики;

- Снабжение энергией по доступным ценам для всех потребителей;
- Соблюдение нормативных требований по охране окружающей среды.

Эффективная эксплуатация энергетических объектов основана на эффективной диагностике электрооборудования. В настоящее время задачи эффективной диагностики не ограничиваются: подбором параметров информационно-управляющей аппаратуры, их качественным измерением в рабочих условиях и достоверной интерпретацией полученных результатов. В связи с цифровой трансформацией отрасли эти задачи существенно расширились в направлении мониторинга, включая технологии дистанционного мониторинга, оценки состояния и прогнозирования отказов оборудования, формирования математических моделей для предиктивной аналитики, методов искусственного интеллекта и машинного обучения, разработка эффективных систем выбора оперативного эффекта. Необходимо строго придерживаться принципа опережающего развития энергетического комплекса и иметь специальные резервы производительности для покрытия плановых изменений спроса.

Услуги для потребителей в сфере энергоэффективности – новый и перспективный вид деятельности для регионов России. Подход «управление спросом на энергию» основан на постоянном взаимодействии и поддержании баланса экономических интересов производителей и потребителей. Таким образом, за счет повышения эффективности использования энергии потребителями энергетический комплекс региона может обслуживать новых потребителей с использованием накопленной энергии при относительно низких затратах на дополнительную энергию. В результате гораздо проще решить проблемы неопределенности будущего спроса на энергию и высокой инвестиционной инерции комплекса (большие капитальные вложения и дезинтеграция затрат). Для подтверждения экономического развития региона и конкурентоспособности технических характеристик необходимо ввести понятие регионального технического энергетического комплекса как составной части топливно-энергетического комплекса страны, демонстрирующего собой производственно-технологическую организацию предприятий, предоставляющие производственным силам энергию, и экспорт энергии в другие регионы (Рисунок 1).



Рисунок 1 - Модель внешнего управления энергетического предприятия

Определение системных особенностей модернизации электроэнергетики позволяет перейти к формированию ее теоретической и методологической основы с учетом усиления роли сервисного обслуживания и необходимости создания совместных предприятий. Во многом именно национальная отрасль промышленности труда требует знаний, что является одной из приоритетных задач экономической науки.

В рамках научно-технического прогресса совершенствование материально-технической базы позволяет технологиям измерений конкурировать друг с другом, при этом надежность и точность измерений обычно находятся на первом плане. При этом разные технологии могут дополнять друг друга [Андрюшин, 2019].

Среди условий проведения локальной модернизации укажем следующие:

- Применение программного модуля прикладных данных и аналитики, который работает в единой среде данных в рамках доверенной платформы для поддержки принятия решений и промышленных цифровых технологий.
- Привлечь необходимый объем инвестиций в виде финансовых ресурсов и технических средств (технологий).
- Подготовка к изменениям в организации производства и системе управления предприятием.
- Переподготовка менеджеров и инженеров, а в ряде случаев структурные и кадровые изменения.
- Комплексная оценка внешних угроз, определяющая вероятностный характер значений целевых показателей модернизации.

По мнению автора, роль современных технологий обработки больших данных с помощью искусственного интеллекта заключается, прежде всего, в возможности автоматического распознавания процесса в узле контролируемого оборудования по выстраиваемым диаграммам, то есть заменять эксперта при анализе диаграмм плотности распределения сигналов и т.п. Однако следующим шагом должно стать систематическое сравнение полученных результатов комплекса измерений как эксплуатационных параметров, так и промышленных знаний, то есть понять суть процессов, их взаимодействие. Эту задачу можно решить в рамках семейства автоматизированных систем определения технического состояния и предиктивной аналитики [Silipo, 2013].

Технологическая модернизация энергетики на региональном уровне многогранна и сложна. Ее цели и содержание во многом определяются энергетической политикой региона, деятельностью региональных органов управления, изменением структуры спроса на электроэнергию и будущего топливно-энергетического баланса. На процесс технологической модернизации региональной энергетики влияет группа различных факторов: макро- и микроэкономических, технологических, институциональных. Разумеется, деятельность, проводимая на этом уровне, должна соответствовать национальным планам развития промышленности, прежде всего, Энергетической стратегии страны.

При этом направления модернизации включают повышение надежности крупных государственных электростанций, тепловых электростанций и гидроэлектростанций; создание современных диспетчерских систем (например, центров управления сетями); строительство новых «замыкающих» подстанций среднего напряжения; развитие распределенных технологий генерации; организация работы data-центров по обработке энергетических данных для балансировки спроса на электроэнергию; развитие инновационной энергетической инфраструктуры региона для тестирования и внедрения новых технологий, а также

стимулирования технологического предпринимательства. Наконец, промышленно-технологическая модернизация представляет собой комплекс нормативных, методических, организационных, управленческих и технологических мероприятий, основанных на внедрении передовых научно-технических достижений, призванных обеспечить устойчивое развитие электроэнергетики и выполнения плана экономического развития, потребительским предпочтениям и требованиям сообщества. В этом контексте технологическая модернизация представляет собой не дискретный, а динамический процесс, синхронизирующий развитие энергетики (или, по крайней мере, обеспечивающий ее единство) в различных субъектах государства (региональных энергосистемах). Этот процесс основан на принципе упреждения, поскольку электроэнергетика в большинстве случаев определяет «окно возможностей» [Gitelman, 2017] для развития других отраслей национальной экономики.

Развитие экономической системы в регионах зависит от высокой эффективности энергетических предприятий в сфере производства, реализации и передачи энергии. При синхронной работе и развитии региональных энергетических предприятий все энергетические предприятия региона должны работать и развиваться синхронно, проявляя свою целостность. В настоящее время процессы системного реформирования энергетической отрасли меняют модель директивного функционирования энергетического комплекса на рыночную, на модель независимого функционирования. Локальные кризисы возникают из-за несоординированных действий отдельных предприятий в цепочке энергоснабжения. При отсутствии системы управления работой таких предприятий возникает энергодефицит или перепроизводство. Наблюдается тенденция снижения энергоэффективности в регионах и по стране в целом, как в производстве, так и в потреблении энергии. Особое внимание следует уделить потенциалу энергосбережения страны, который составляет 46% в отрасли.

Существуют два направления перехода к инновационному развитию регионального энергетического комплекса, преимущественно на уровне регионального правительства:

- создание организационно-экономических условий и механизмов стимулирования внедрения инновационных технологий на предприятиях энергетики, прогнозирование технологий и технологических процессов;
- активное участие государственных органов в специальных инновационных проектах в качестве организатора, инициатора и органа управления разработкой и реализацией стратегии, а также соинвестора в этих проектах.

Структура и механизмы реализации стратегии инновационного развития региона во многом зависят от следующих определяющих факторов:

- инновационная активность регионального бизнес-сообщества;
- существование институциональных механизмов, эффективно стимулирующих инновации; наличие квалифицированных научных и технических специалистов;
- современный инженерно-энергетический кластер и эффективная научная инфраструктура;
- выбранная форма участия государства в разработке и реализации инновационной энергетической стратегии;
- развивать подходы, концепции и механику. Инновационное развитие энергетического предприятия и создание системы управления им с использованием предиктивного анализа для поддержания и оптимизации производства;
- обоснование и разработка методики корректировки тарифов.

Реализация эффективной стратегии в регионах позволит решить ряд проблем, связанных с совершенствованием оборудования предприятий энергетики. В результате снижения объемов ввода новых и реконструкции существующих мощностей уровень износа энергетического фонда достиг 53%. При тенденции к увеличению срока службы оборудования норма износа производственных фондов увеличилась на 63%. Большая часть затрат в энергетических компаниях уходит на ремонт оборудования и ликвидацию аварий. Имеет смысл планировать бюджеты и переходить к условным ремонтам и сокращать аварийные ремонты. Все они основаны на одном интегрированном критерии, который может быть обобщен как на группу объектов, так и на один объект. Обслуживание устаревшего электрооборудования приводит к перерасходу топлива на производстве, увеличивает риск аварий и снижает стабильность энергоснабжения. Должна быть внедрена эффективная научная и промышленная политика, и для ее реализации имеются предпосылки:

- Традиционно высокий уровень интеллектуального потенциала, системы образования и научно-технической культуры в стране;
- Улучшаются различные формы и условия ведения сельского хозяйства, правила регулирования правового и нормативного характера;
- Увеличение спроса на высокотехнологичные промышленные товары со стороны промышленного сектора и потребительского сегмента рынка;
- Рентабельность наукоемких производств по сравнению с добычей и переработкой ресурсов.

Заключение

Основной задачей совершенствования ТЭК является опережающее развитие наукоемких услуг, внедрение аналитического программного модуля в производство, управление оборудованием, методы привлечения необходимых инвестиций и поощрения инвесторов. Текущий этап модернизации электроэнергетики требует цифровых технологий, бизнес-моделей, ориентированных на энергетическую безопасность и экологическую эффективность, активного взаимодействия с пользователями и систем управления, требующих высокой гибкости для обеспечения устойчивого функционирования энергетического бизнеса в неопределенной, динамичной среде. В то же время между необходимым в перспективе и фактическим состоянием электроэнергетики существует значительный разрыв, определяемый неоптимальной возрастной структурой основных фондов в генерации и электрических сетях, их высоким износом, приводящим к аварийности и потерям электроэнергии, общей неготовностью энергетических компаний к освоению передовых технологий. В результате предприятия вынуждены адаптировать цифровые решения к устаревшей технологической базе, не имея при этом адекватной поддержки, методов и алгоритмов для внедрения передовых технологий и новых организационно-экономических механизмов. Необходимость привлечения к сервисной деятельности специалистов, работающих на стыке различных предметных областей; интенсификации трансфера знаний между энергокомпаниями, энергетическим машиностроением, инжинирингом и конечными потребителями электроэнергии; включения в сервисный контур электроэнергетики организаций, которые функционируют за пределами отрасли (например, телекоммуникационных, IT-компаний, электронной промышленности, университетов, научно-исследовательских структур); организации опережающего обучения специалистов. Таким образом, формирующаяся наукоемкая сфера услуг на стыке различных

дисциплин и функциональных областей требует разработки соответствующих методологий и подходов организации ее рыночной деятельности.

Библиография

1. Андриюшин А.В. Система предиктивной аналитики для энергетических объектов // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2019). М., 2019. С. 566-569.
2. Gitelman L. Window of opportunity for sustainable energy // Int. J. of Energy Prod. & Mgmt. 2017. Vol. 2. No. 2. P. 173-185.
3. Silipo R. Big Data, smart energy, and predictive analytics // Time Series Prediction of Smart Energy Data. 2013. URL: files.knime.com/sites/default/files/inline-images/knime_bigdata_energy_timeseries_whitepaper.pdf
4. Tsypkin M. Induction motor condition monitoring: Vibration analysis technique-A practical implementation //2011 IEEE International Electric Machines & Drives Conference (IEMDC). – IEEE, 2011. – С. 406-411.
5. Mohanty J. K., Dash P. R., Pradhan P. K. FMECA analysis and condition monitoring of critical equipments in super thermal power plant //International Journal of System Assurance Engineering and Management. – 2020. – Т. 11. – №. 3. – С. 583-599.
6. Mohanty A. R. Machinery condition monitoring: Principles and practices. – CRC Press, 2014.
7. Han Y., Song Y. H. Condition monitoring techniques for electrical equipment-a literature survey //IEEE Transactions on Power delivery. – 2003. – Т. 18. – №. 1. – С. 4-13.
8. Salami M. J. E., Gani A., Pervez T. Machine condition monitoring and fault diagnosis using spectral analysis techniques. – Proc. 1st Int. Conf. Mechatronics, 2001.
9. Feng G. J. et al. Implementation of envelope analysis on a wireless condition monitoring system for bearing fault diagnosis //International Journal of Automation and Computing. – 2015. – Т. 12. – С. 14-24.
10. Kande M. et al. Rotating electrical machine condition monitoring automation—A review //Machines.– 2017. – Т. 5. – №. 4. – С. 24.

Improvement of the organizational and economic mechanism of management of regional energy enterprises, implementation of monitoring and analysis of equipment condition

Petr A. Kabanov

Postgraduate,
Ufa Higher School of Economics and Management,
Ufa State Petroleum Technological University,
450044, 12, Kosmonavtov str., Moscow, Russian Federation;
e-mail: kabanov.petr@gmail.com

Abstract

Based on predictive analytics, it is important to create a highly effective organizational and economic mechanism for managing an energy enterprise, increasing efficiency and sustainable productivity. Target: Maintaining reliability of power supply and quality energy parameters at the standard level; Obtaining objective and independent information about the condition of equipment; Planning investments in modernization and renewal based on objective information about the remaining service life. Increase the reliability and service life of equipment through timely diagnostics; Energy supply at affordable prices for all consumers; Compliance with environmental regulations. Results. The article discusses the main trends in the development of systems for automated diagnostics and monitoring of the technical condition of equipment. The author of the

article defines the main stages of development, formulates the concept of an automated monitoring and technical diagnostic system, and also analyzes the three-level system. Conclusions. The processes of change in the energy policy of the Russian Federation require coordination of decisions in the development of regional energy strategies. A constant analysis of changes in the current spatial distribution of the country's energy balance is also necessary. Thus, the emerging knowledge-intensive service sector at the intersection of various disciplines and functional areas requires the development of appropriate methodologies and approaches to organizing its market activities.

For citation

Kabanov P.A. (2023) Sovershenstvovanie organizatsionno-ekonomicheskogo mekhanizma upravleniya regional'nymi energeticheskimi predpriyatiyami, vnedrenie monitoringa i analiza sostoyaniya oborudovaniya [Improvement of the organizational and economic mechanism of management of regional energy enterprises, implementation of monitoring and analysis of equipment condition]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 13 (11A), pp. 280-287. DOI: 10.34670/AR.2023.79.94.029

Keywords

Digital transformation, diagnostics, control, predictive analytics, technical means, technical condition, energy.

References

1. Andryushin A.V. (2019) Sistema prediktivnoi analitiki dlya energeticheskikh ob"ektov [Predictive analytics system for energy facilities]. In: *Upravlenie razvitiem krupnomasshtabnykh sistem (MLSD'2019)* [Management of large-scale systems development (MLSD'2019)]. Moscow.
2. Gitelman L. (2017) Window of opportunity for sustainable energy. *Int. J. of Energy Prod. & Mgmt.*, 2, 2, pp. 173-185.
3. Silipo R. (2013) Big Data, smart energy, and predictive analytics. In: *Time Series Prediction of Smart Energy Data*. Available at: files.knime.com/sites/default/files/inline-images/knime_bigdata_energy_timeseries_whitepaper.pdf [Accessed 12/12/2023]
4. Tsypkin, M. (2011, May). Induction motor condition monitoring: Vibration analysis technique-A practical implementation. In 2011 IEEE International Electric Machines & Drives Conference (IEMDC) (pp. 406-411). IEEE.
5. Mohanty, J. K., Dash, P. R., & Pradhan, P. K. (2020). FMECA analysis and condition monitoring of critical equipments in superthermal power plant. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 11(3), 583-599.
6. Mohanty, A. R. (2014). *Machinery condition monitoring: Principles and practices*. CRC Press.
7. Han, Y., & Song, Y. H. (2003). Condition monitoring techniques for electrical equipment-a literature survey. *IEEE Transactions on Power delivery*, 18(1), 4-13.
8. Salami, M. J. E., Gani, A., & Pervez, T. (2001). Machine condition monitoring and fault diagnosis using spectral analysis techniques. *Proc. 1st Int. Conf. Mechatronics*.
9. Feng, G. J., Gu, J., Zhen, D., Aliwan, M., Gu, F. S., & Ball, A. D. (2015). Implementation of envelope analysis on a wireless condition monitoring system for bearing fault diagnosis. *International Journal of Automation and Computing*, 12, 14-24.
10. Kande, M., Isaksson, A. J., Thottappillil, R., & Taylor, N. (2017). Rotating electrical machine condition monitoring automation—A review. *Machines*, 5(4), 24.