

MODERN SCIENCE

International scientific journal № 5, Vol., IV. 2022.

Founder and publisher: «Strategic Studies Institute» LLC.



Moscow 2022

UDC 53:51+67.02+54+316+101

LBC 72

Modern science

International scientific journal, № 5, Vol. IV., 2022.

ISSN 2414-9918

Editor-in-chief – A.N. Zotin

Founder:

Scientific-information publishing center
«Strategic Studies Institute» LLC

№ 5 Vol. IV. (May)

Modern Science [Text]: scientific publications journal. – № 5 Vol. IV. (May) / Scientific-information publishing center «*Strategic Studies Institute*»; Editor-in-chief – A.N. Zotin. – Moscow, 2022. – 373 p.

ISSN 2414-9918

M40

In this issue of polylingual scientific journal «Modern Science» traditionally to scientists and specialists is given the opportunity to get acquainted with the achievements of the priority directions of modern science, to demonstrate the results of their researches, to exchange experiences, to publish scientific articles that will undoubtedly contribute to a fruitful scientific work, the realization of the creative potential, the emergence of new ideas and the establishment of friendly relations and co-operation opportunities.

The journal presents research papers of Russian universities scientists, the researchers from the countries of FSU and beyond, the publication purpose of which is enrichment of the researchers and providing the actual problems of modern science to them, to inspire for further scientific research.

The journal is intended for teachers, post-graduate students, as well as for all who are interested in the socio-economic and political life of modern society.

LBC72.3(2Ros)0

*Whole or part reproduction or photocopying
by whatever means the materials, published in this journal
is permitted only with the written permission of the publisher.*

For the accuracy of the facts set out in this journal is the responsibility of the authors.

Editorial opinion may not coincide with the views of the authors of articles.

ISSN 2414-9918



9 772414 991007 >

© Authors of scientific articles, 2022

© «Strategic Studies Institute», 2022

Якимов Г.О. АНАЛИЗ МЕТОДОВ БЫСТРОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ.....	366
Яппаров Р.Р., Корнева П.А., Шакиров М.А. ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ.....	369

данных является естественным этапом разработки прикладных задач. В результате реализации конвейерной обработки данных станет возможным:

Расширение состава интегрированных данных из различных источников.

Осуществление предварительной обработки данных и создание инвертированных и рассчитанные наборы данных автоматически.

Автоматическая подготовка регулярных информационных продуктов и анализ данных.

Использование различных методов обработки данных (интерполяция, агрегация, статистическая обработка, корреляционный анализ и др.).

Автоматическая передача обнаруженных аномалий или превышения пороговых значений потребителям.

Выдавать прогнозы воздействий и рекомендации для принятия решений.

Конвейерная обработка данных особенно важна для снижения риска бедствий, смягчение последствий изменения климата и адаптация к стихийным бедствиям. В этом случае создается универсальный механизм подготовки индикаторов различных бедствий на основе климатических, прогнозных и наблюдаемых данных, которые также должны автоматически доводиться до руководителей предприятий.

Литература

1. Басс Ф.Г., Фукс И.М. Рассеяние волн на статистически неровной поверхности. - М.: Наука, 1972. - 424 с.
2. Beckman P., Spizzichino A. The Scattering of Electromagnetic Waves from Rought Surfaces. Pergamon Press, 1963.
3. Красюк И.П., Розенберг В.Н. Корабельная радиолокация и метеорология. - J1.: Судостроение, 1970.
4. Гарнакерьян А.А., Сосунов А.С. Радиолокация морской поверхности. - Ростов н/Дону.: Изд-во РГУ, 1978. - 140 с.
5. Жуковский АМ. Влияние скорости ветра на характеристики рассеяния электромагнитов. 1970. Вып. 4. - С. 10-16.

Яппаров Р.Р., Корнева П.А., Шакиров М.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Аннотация

В этой статье рассмотрен зарубежный опыт интеллектуализации энергетических систем посредством Интернета вещей (IoT) для разнородных задач электроэнергетики. Оценены основные преимущества, недостатки и преграды внедрения интеллектуальных энергетических сетей.

Ключевые слова: интеллектуальные энергетические сети, распределительные системы, электроэнергия, Европейский Союз.

Keywords: intelligent energy networks, distribution systems, electricity, the European Union.

Искусственный интеллект (ИИ) и электроэнергетика - два крупных и влиятельных сектора промышленности, которые могут извлечь большую пользу из взаимодействия и сотрудничества, но традиционно не взаимодействовали в значительной степени - как из-за отсутствия достаточного количества отраслевых данных, так и из-за потребности электроэнергетики в надежности, стабильности и безопасности для внедрения ИИ на физических активах. В последние годы обе отрасли быстро развиваются: методы ИИ быстро становятся эталонными и внедряются в других отраслях, а в электроэнергетике ведутся работы по цифровой трансформации, в ходе которых собираются огромные массивы данных.

Европа потребляет сегодня почти в четыре раза больше энергии на душу населения, чем страны Азии или Южной Америки, а энергетические системы европейских стран имеют большие проблемы с нагрузкой [1]. Следует отметить, что европейская электротехническая промышленность, в отличие от России, постепенно переходит от регулируемой структуры с вертикально интегрированными энергетическими компаниями к дерегулированию, либерализации и организации региональных рынков. По словам официальных лиц ЕС, интеграция местных региональных сетей является ключевым фактором для бесперебойной работы рынка электроэнергии [1]. Однако при такой схеме увеличивается вероятность множественных локальных перегрузок и отключений из-за недостаточных уровней межсетевого взаимодействия. Проблема в том, что параметры систем распределения в разных странах Европы могут существенно отличаться друг от друга.

Для решения данной проблемы, Европейский Союз решил максимально автоматизировать управление и синхронизацию всех европейских электрических сетей [2]. На развитие электрических сетей в Европе также влияет рост числа малых электростанций, которые производят электроэнергию для собственных нужд и имеют возможность поддерживать ее, а при необходимости могут передавать ее в распределительные сети. Это также требует изменения параметров управления, которые необходимо сделать более «активными» в системах управления [2].

Создание сети распределенных энергоресурсов, к которой движется Европа, требует новых подходов. Децентрализованные производства можно подключать, они будут работать, но пока нет точного и долгосрочного контроля их влияния на работу всей сети [1]. Даже если небольшое количество распределенных генераторов уже может быть развернуто в существующей распределительной сети, широкое использование этой технологии требует новых подходов к управлению такой системой. Если объекты распределенной генерации позволяют добиться широкого использования и будут удовлетворять возросшие потребности в электроэнергии, они должны быть интегрированы в общую систему управления [3]. Другими словами, они должны быть интегрированы в общую систему контроля и управления сетью, усилия европейских энергетиков идут именно в этом направлении.

По мнению экспертов, к 2030 году инвестиции в автоматизацию управления европейскими электросетями составят 500 миллиардов евро, 75% из которых будут направлены на распределительные сети, а 25% на сети передачи [3]. Интеграция возобновляемых источников энергии в европейскую энергетическую систему и гарантия высокого уровня надежности электросетей потребует не меньших средств.

В течение многих лет отдельные организации разрабатывали и внедряли технологии искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения для конкретных прикладных задач. Эти модели обычно требуют значительных объемов данных для обучения и оценки, а также значительных вычислительных ресурсов для решения отдельных задач. Стоимость вычислений продолжает снижаться, в то время как деятельность по цифровой трансформации в коммунальных предприятиях резко увеличила объем доступных данных, что создает оптимальный момент для ускорения усилий, связанных с внедрением ИИ по всему миру.

Следует отметить, что, по мнению экспертов, модернизация систем управления электросетями не потребует какого-либо технологического прорыва, а потребует эффективной реализации и использования технологических процессов, большая часть которых уже разработана или находится на последнем этапе развития [2]. Усовершенствование контроля и управления сетями посредством внедрения технологий мониторинга, систем автоматического управления телекоммуникациями и пультом дистанционного управления уже помогают обеспечить безопасную и бесперебойную работу европейских электросетей, когда специально спроектированные информационные и коммуникационные платформы управляют информационными потоками между участниками электрической системы, позволяют избежать проблем, контролировать производство энергии и регулировать нагрузку сети [3]. Все эти технологии в совокупности образуют систему интеллектуальной сети.

Концепция интеллектуальной сети заключается в том, что единая автоматизированная система объединяет в себе все элементы процесса производства, передачи и потребления электроэнергии - электрические сети, потребителей и производителей. Такая система может своевременно отслеживать и реагировать на изменения различных параметров электросистемы. Это обеспечивает бесперебойное электроснабжение с максимальной экономической эффективностью, исключая роль человеческого фактора. Технически интеллектуальная сеть - это совокупность линий электропередач всех классов напряжения, устройств активного электромагнитного преобразования, коммутационных аппаратов, устройств защиты и автоматики, компьютерных и адаптивных систем управления.

Несколько пилотных проектов по апробации этих инновационных и комплексных подходов к электросетям уже реализованы или готовы к запуску. В Гетеборге, Швеция, например, проект эффективной измерительной инфраструктуры предусматривает установку 90 тысяч «умных» измерительных устройств для мониторинга в реальном времени и обмена данными [4]. Португальский проект InvoGrid имеет цель снижения потребления электроэнергии на 20% за счет внедрения бытового энергетического оборудования, которое позволяет эффективно управлять потреблением, микрогенерацией и т. д. [4]

Следует отметить, что есть побочные эффекты, связанные с переходом к автоматизированным интеллектуальным сетям, особенно с учетом децентрализации европейских сетей. Понятно, что при отсутствии слаженных системных интерфейсов и гибких устройств управления перебои возможны как на уровне распределения, так и на уровне передачи электроэнергии [5]. А операторам передающих и распределительных сетей необходимо разработать стратегии для эффективного решения межличностных проблем, возникающих в результате перехода к концепциям «умных» энергосистем.

Европа давно поняла, что для обеспечения надлежащего функционирования и безопасности передающих и распределительных сетей необходимы более скоординированные действия на этапе их развития и эксплуатации и, прежде всего, большая автоматизация управления процессов передачи [6].

Один из самых интересных проектов в этом направлении - проект Cell (Cell project) [4]. Концепция была внедрена в датскую распределительную сеть с целью контроля и мониторинга ее компонентов (подстанций, местных тепловых электростанций и ветряных турбин). Панель управления системой (контроллер ячейки cell controller) активирует устройства распределенной генерации в определенной области и объединяет их в так называемые виртуальные генераторы, такие как контроль реактивной энергии, а также частоты и напряжения [4].

С ростом потребности в гибкости крупных электростанций и оптимизации их взаимодействия с ресурсами в сети, системы управления и автоматизации становятся все более важными в коммунальной отрасли. Автоматизация задач с помощью ИИ помогает снизить затраты, повысить эффективность и сохранить активы энергосистемы за счет

оптимизации обслуживания и использования [6]. Приложения ИИ, такие как цифровые двойники, машинное обучение, машинное зрение, автоматическая диагностика и другие, позволят операторам энергосистем сосредоточиться на наиболее ценных задачах обслуживания, управления активами и интеграции [7].

Также существуют препятствия для внедрения интеллектуальных и автоматизированных энергетических систем. Основным препятствием для развития существующих электроэнергетических систем и развития будущих электроэнергетических систем является несовершенство нормативно-правовой базы. С одной стороны, необходимо стандартизировать правила и руководства, а с другой стороны, необходимость преодоления административных барьеров на пути развития нескольких различных национальных сетей в одну общеевропейскую электроэнергетическую систему.

В заключении, стоит отметить, что развитие интеллектуальных сетей в Европе развивается более прогрессивно относительно российской энергетической сферы.

Литература

1. Rafik Nafkha, Tomasz Zabkowski and Krzysztof Gajowniczek. Deep Learning-Based Approaches to Optimize the Electricity Contract Capacity Problem for Commercial Customers // *Energies* 2021, 14, 2181.
2. Sozontov, A. Implementation of artificial intelligence in the electric power industry / A. Sozontov, M. Ivanova, A. Gibadullin // *E3S Web of Conferences*, Irkutsk, 27–29 мая 2019 года. – Irkutsk: EDP Sciences, 2019. – P. 01009. – DOI 10.1051/e3sconf/201911401009. – EDN EYDASH.
3. Khrennikov, A. Principles of Constructing Artificial Intelligence Systems and their Application in Electrical Power Industry / A. Khrennikov, Yu. Lyubarsky, A. Khrennikov // *Energy Systems Research*. – 2021. – Vol. 4. – No 4(16). – P. 63-78. – DOI 10.38028/esr.2021.04.0006. – EDN JRRFOO.
4. Коновалов, Ю. В. Использование цифровых технологий в электроэнергетике / Ю. В. Коновалов, М. С. Леб // *Вестник Ангарского государственного технического университета*. – 2021. – № 15. – С. 59-62. – EDN NVSSMJ.
5. Zhavoronkov, A. E. Application of multi-agent approach in the electric power control systems within the active energy complex / A. E. Zhavoronkov, O. P. Aksyonova // *Journal of Physics: Conference Series* : 7, Innopolis, 17–18 декабря 2020 года. – Innopolis, 2020. – P. 012017. – DOI 10.1088/1742-6596/1694/1/012017. – EDN GCEHTX.
6. Razmi, P. Machine Learning Approaches in a Real Power System and Power Markets / P. Razmi, M. Ghaemi Asl // *Power Systems*. – 2021. – P. 357-378. – DOI 10.1007/978-3-030-77696-1_17. – EDN SGLJNZ.
7. Zatsarinnaya, Y. Outlook on the Development of Smart Energy Systems / Y. Zatsarinnaya, A. Logacheva, K. Suslov // *Proceedings - 2020 International Ural Conference on Electrical Power Engineering, UralCon 2020, Chelyabinsk, 22–24 сентября 2020 года*. – Chelyabinsk, 2020. – P. 19-23. – DOI 10.1109/UralCon49858.2020.9216266. – EDN TRDMNL.

Scientific edition

Modern Science

Format 170x24/8. Typeface Tahoma.
Conventional printed sheets 7,4. Circulation 200 copies. Order 02.