

УДК 004.67:620.9

**РОЛЬ БОЛЬШИХ ДАННЫХ В РАЗВИТИИ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ИНДУСТРИИ  
THE ROLE OF BIG DATA IN THE  
DEVELOPMENT OF ENERGY INDUSTRY**

Н.С. Махов

Научный руководитель – Е.Н. Савкова, к.т.н., доцент  
Белорусский национальный технический университет, г. Минск  
N. Makhau

Supervisor – Y. Saukova, Candidate of Technical Sciences, Docent  
Belarusian national technical university, Minsk

**Аннотация:** В данной работе рассматриваются основные пути применения технологий больших данных как в традиционных энергосистемах, так и в некоторых перспективных моделях их развития.

**Abstract:** This article describes general implementations of the Big Data technologies in traditional energy systems and several models of their future development.

**Ключевые слова:** большие данные, энергетика, устойчивое развитие, анализ данных.

**Keywords:** big data, energy engineering, sustainable development, data analysis.

### **Введение**

Неотъемлемой частью современного мира и человеческой цивилизации на текущем ее этапе развития является информация. На сегодняшний день на планете осталось очень немного мест, где комфортная жизнь человека как части социума все еще возможна без постоянного получения, анализа и создания таких объемов информации и данных, которые еще несколько столетий назад невозможно было даже представить. По оценкам экспертов, за последние три года человечество создало 90% данных за всю свою историю, а в последующие пять лет объем производства информации удвоится. Разумеется, в подобных условиях все больше и больше сфер, особенно в области высоких технологий, начинают внедрять технологии обработки данных и выделять ресурсы для создания и модернизации подобной инфраструктуры. Одну из важнейших ролей в данном процессе, безусловно, занимают решения в сфере «больших данных».

### **Основная часть**

«Большие данные» (от англ. «Big Data», далее - БД) [1] – структурированные и неструктурированные данные огромных объёмов и значительного многообразия, эффективно обрабатываемые горизонтально масштабируемыми программными инструментами. Данный термин получил широкое распространение после упоминания К. Линчем в журнале «Nature» в 2008 году. Именно конец 2000-х годов можно назвать отправной точкой в науке о БД, т. к. начавшаяся в данный период повсеместная имплементация «электронной коммерции» с одной стороны и дальнейшее развитие информационных технологий в промышленной индустрии сыграли неотъемлемую роль в становлении данной дисциплины. На сегодняшний день большие данные - это

как сама информация, получаемая в больших и постоянно растущих объемах, так и обобщенное название для широкого спектра средств, обеспечивающих ее получение, хранение, анализ и обработку. Важнейшими характеристиками и отличительными особенностями больших данных являются «три V»: объём (от англ. «volume», в смысле величины физического объёма), скорость («velocity» в смыслах как скорости прироста, так и необходимости высокоскоростной обработки и получения результатов), многообразие («variety», в смысле возможности одновременной обработки различных типов структурированных и полуструктурированных данных).

Безусловно, с началом повсеместной автоматизации и внедрения средств цифрового мониторинга и управления сфера больших данных не могла обойти стороной и такую наукоемкую индустрию, как энергетика [2]. Высокая комплексность и разветвленность систем, а также использование большого количества сложных приборов и оборудования в электро- и теплоэнергетики обуславливают широкое поле возможностей для имплементации средств больших данных. Тем не менее, такая картина в энергетической индустрии наблюдалась не всегда.

Долгое время энергетика в целом и электроэнергетика в частности оставалась узкоспециализированной областью, главной задачей которой было обеспечение работы больших промышленных предприятий и корпоративных клиентов. Частные домовладения, ввиду неразвитости в сравнении с современными показателями электротехнической промышленности редко пользовались электрической энергией в значительных объемах. Лишь с началом второй половины XX века, когда стремительное развитие технологий в электротехнике и электросвязи позволило производить широкий спектр различных электроприборов бытового назначения, доля жилищного сектора в структуре энергетических предприятий начала постепенно увеличиваться и со временем дошла до сегодняшних превалирующих значений. Разумеется, такая смена вектора работы индустрии на более «мелких» потребителей повлекла за собой значительное разветвление и усложнение систем распределения энергии. Сегодняшние электрические и тепловые сети даже в небольшом районе тянутся на сотни километров и включают в себя десятки единиц различного оборудования и подсистем. Как раз для мониторинга, контроля и анализа данных и режимных параметров всего этого оборудования выгодно использовать механизмы больших данных.

Не последнюю роль в усложнении и развитии энергетических систем играет внедряемая сегодня повсеместно децентрализованная или распределенная энергетика [3]. Распределенная энергетика – концепция развития энергетической индустрии, подразумевающая строительство потребителями источников энергии компактных размеров или мобильной конструкции и распределительных сетей, производящих тепловую и электрическую энергию для собственных нужд, а также направляющих излишки в общую сеть (рис. 1).

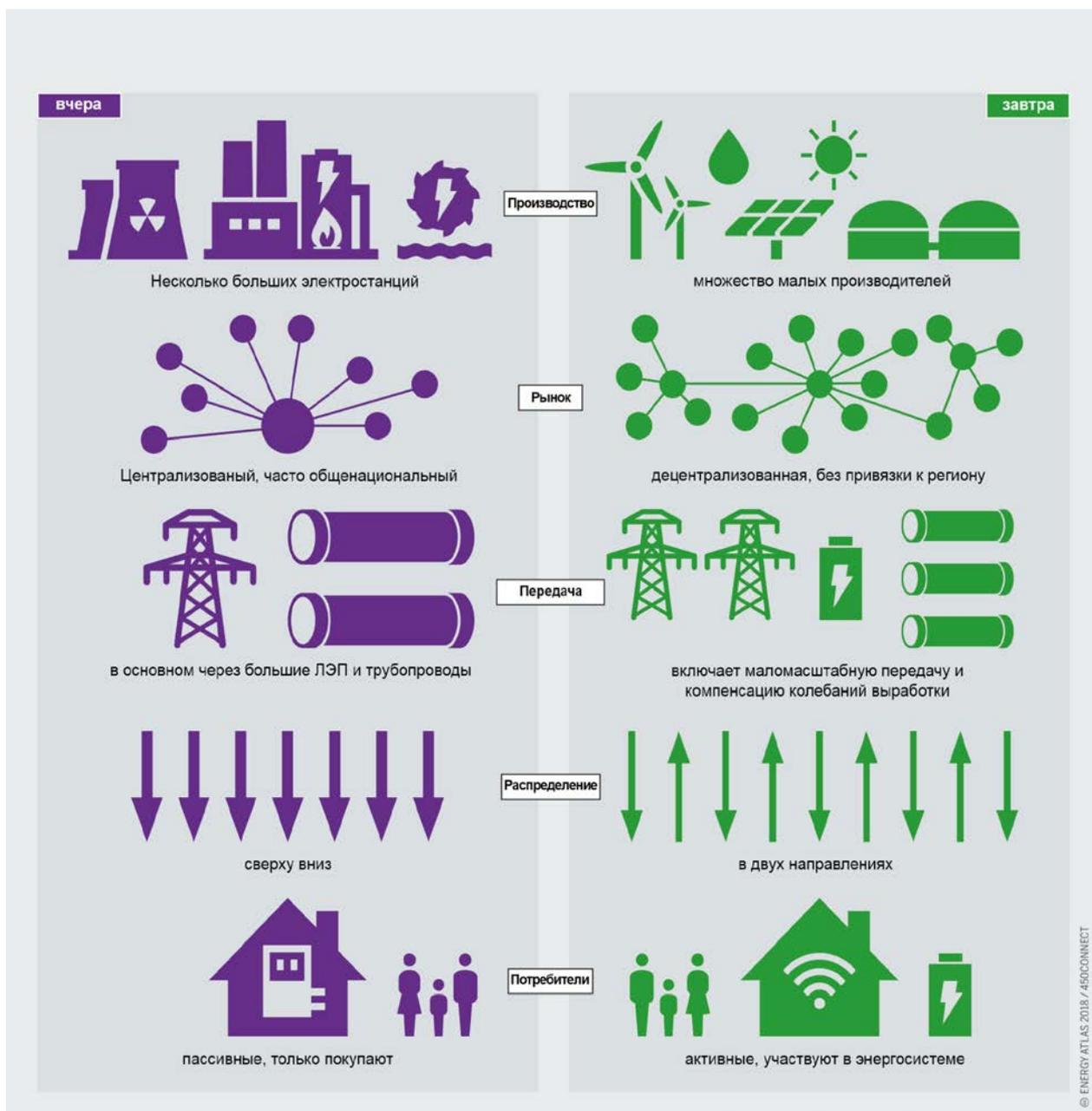


Рисунок 1 – Принципиальные отличия классической и децентрализованной системы

В настоящее время промышленно развитые страны производят основную часть электроэнергии централизованно, на больших электростанциях, таких как тепловые электростанции, атомные электростанции, гидроэлектростанции. Мощные электростанции благодаря «эффекту масштаба» имеют превосходные экономические показатели и обычно передают электроэнергию на большие расстояния. Место строительства большинства из них обусловлено множеством экономических, экологических, географических и геологических факторов, а также требованиями безопасности и охраны окружающей среды. Например, угольные станции строятся вдали от городов для предотвращения сильного загрязнения воздуха, влияющего на жителей. Некоторые из них строятся вблизи угольных месторождений для минимизации стоимости транспортировки угля. Гидроэлектростанции должны находиться в местах с достаточным энергосодержанием (значительный перепад уровней на расход воды). Низкое

загрязнение окружающей среды – критическое преимущество комбинированных электростанций, работающих на природном газе. Это позволяет им находиться достаточно близко к городу для централизованного теплоснабжения.

Поэтому в традиционной энергетике по функциональному назначению и территориальному расположению можно четко выделить три сегмента:

- центры производства электроэнергии;
- линии электропередачи большой мощности;
- зоны потребления электроэнергии и местные распределительные сети.

Атомные и тепловые электростанции, кроме электрической энергии, производят значительное количество тепла. В отличие от электроэнергии, тепловую энергию невозможно передавать на большие расстояния из-за резкого возрастания потерь с ростом расстояния. Одновременно, из-за указанных выше факторов, многие электростанции слишком далеко расположены, чтобы использовать их побочное тепло для обогрева общественных и жилых зданий. В результате неиспользованная на самой станции тепловая энергия рассеивается в окружающей среде.

Концепция распределенного производства электроэнергии подразумевает строительство дополнительных источников электроэнергии в непосредственной близости от потребителей. Мощность таких источников выбирается, исходя из ожидаемой мощности потребителя с учётом имеющихся ограничений (технологических, правовых, экологических и т. д.) и может варьироваться в широких пределах. При этом потребитель не отключается от общей сети электроснабжения.

При этом в системе «потребитель – местный источник энергии» регулярно возникают дисбалансы между производством и потреблением энергии или между потребностью в её видах. Наличие подключения к общей электрической сети позволяет компенсировать недостаток электроэнергии за счет ее потребления от общей сети, а в случае избыточного производства электроэнергии собственным источником – выдавать ее в сеть, с получением соответствующего дохода. Такой подход позволяет:

- снизить потери электроэнергии при транспортировке из-за максимального приближения электрогенераторов к потребителям электричества, вплоть до расположения их в одном здании;
- обеспечить взаимное многократное резервирование электрогенерирующих мощностей (частично);
- снизить воздействие на окружающую среду за счет применения средств альтернативной энергетики, более полного использования потенциальной энергии ископаемого топлива;
- принимать участие в управлении спросом на электроэнергию. Таким образом, распределенная энергетика является одним из самых перспективных и популярных направлений для развития и модернизации в современной энергетической индустрии.

Разумеется, подобная система с большим количеством различного оборудования требует особых технологий для обработки всего спектра информации. Такой технологией как раз являются БД.

В качестве основных сфер применения БД в энергетике можно выделить два направления: мониторинг режимных параметров и соответствующая подстройка системы для выполнения баланса генерации и потребления, а также анализ долговременных данных о работе различного оборудования для получения сведений о его состоянии [4].

Мониторинг режимных параметров энергосистемы является на данный момент преобладающей областью применения технологий БД, поскольку хотя и требует разработки специальных программных и технических средств, но не нуждается в большом массиве данных для выработки необходимых корреляций. В общем случае необходимость постоянного отслеживания режимных параметров системы, таких как частота и напряжение в различных узловых точках, потоков электрической энергии, активной и реактивной мощностей, не является чем-то новым для энергетической индустрии. Напротив, практически с самого начала работы энергетике как комплексной системы основной задачей профильных предприятий являлся мониторинг этих параметров и своевременное внесение изменений в настройки генерирующих мощностей. И если раньше проработкой различных вариантов работы электрической сети занималась так называемая «группа режимов», входящая в состав каждого крупного оператора региональных электросетей, а затем эту работу приняло на себя специальное программное обеспечение, то применение больших данных и различных современных механизмов их анализа, как, например, искусственный интеллект, позволит производить анализ текущего режима работы системы в реальном времени и с большой точностью, без необходимости «подгонки» под разработанные теоретические модели. Разумеется, такой детальный анализ позволит значительно повысить эффективность работы электрической сети и исключить множество аварийных ситуаций.

Другим важным направлением применения больших данных в энергетике является анализ параметров работы оборудования с электрической, механической и др. точек зрения для своевременного обнаружения износа или дефектов в оборудовании. Естественно, для реализации такого анализа программными средствами необходимо обеспечить программу достаточным количеством информации о каждом элементе оборудования. Сбор, хранение и обработка этой информации как раз и является задачей технологий БД. С помощью применения искусственного интеллекта и машинного обучения с использованием базы данных характеристик схожего оборудования на других объектах за большой промежуток времени можно добиться не только получения точных сведений о состоянии оборудования на текущий момент, но и прогнозирования изменения этих характеристик в ближайшем будущем. Такая возможность «предсказывать» поломки и износ оборудования задолго до появления видимых дефектов является одной из самых перспективных областей применения БД во всем машиностроении и позволяет значительно снизить экономические затраты предприятия.

## Заключение

Таким образом, технологии больших данных с каждым днем занимают все большую роль в развитии и модернизации электро- и теплоэнергетики, позволяя сделать эти индустрии более эффективными, экологичными и устойчивыми к различным воздействиям. Реализация моделей больших данных вместе с технологиями децентрализованной энергосети позволит значительно упростить переход на возобновляемые источники энергии и повысить энергонезависимость критических объектов инфраструктуры.

## Литература

1. Chen, Min. Big Data. Related Technologies, Challenges, and Future Prospects. / Min Chen, Shiwen Mao, Yin Zhang, Victor C.M. Leung – Berlin : Springer, 2014. – 100 p.
2. Крылов, В. В. Большие данные и их приложения в электроэнергетике: от бизнес аналитики до виртуальных электростанций / В. В. Крылов, С. В. Крылов – М.: Нобель Пресс, 2014. – 146 с.
3. Brass, J. N. Power for Development: A Review of Distributed Generation Projects in the Developing World / J. N. Brass, S. Carley, L. M. MacLean, E. Baldwin. // Annual Review of Environment and Resources – 2012. – №37. – P. 107-136.
4. Григорьев, А. Г. Big Data в энергетике [Электронный ресурс] / А. Г. Григорьев – Режим доступа: <https://expert-ural.com/archive/nomer-26-27-826/big-data-v-energetike.html>. – Дата доступа: 25.10.2024.