

УДК 621

АНАЛИЗ БОЛЬШИХ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИАтнагулов А.Э.¹, студент гр. ЭПТ-1-22, IV курс, Чертков Н.А.¹, студент гр. ЭПТ-1-22, IV курсНаучный руководитель: Нурисламова А.Р.¹, старший преподаватель каф. ЭОП¹Казанский государственный энергетический университет, г. Казань

Современный этап развития теплоэнергетики характеризуется активным внедрением цифровых технологий, направленных на повышение надежности, экономичности и экологической безопасности систем теплоснабжения. В условиях роста стоимости топливно-энергетических ресурсов, ужесточения нормативных требований к энергоэффективности и необходимости модернизации изношенной инфраструктуры особую значимость приобретает применение программного обеспечения для интеллектуальной обработки эксплуатационных данных.

Системы теплоснабжения представляют собой сложные инженерные комплексы, включающие источники тепловой энергии, магистральные и распределительные сети, тепловые пункты и многочисленных потребителей. Функционирование этих объектов сопровождается непрерывным формированием значительных массивов технологической информации: параметров температуры и давления теплоносителя, расхода, характеристик работы насосных и котельных агрегатов, показателей тепловой нагрузки. При этом большая часть данных традиционно используется лишь для оперативного контроля и отчетности, тогда как их аналитический потенциал остается недостаточно реализованным [1].

Развитие автоматизированных систем управления, диспетчеризации и коммерческого учета создало предпосылки для накопления больших объемов цифровой информации о состоянии теплоэнергетических объектов. Однако без применения специализированных алгоритмов анализа и прогнозирования такие данные не обеспечивают качественного повышения эффективности управления. В связи с этим актуальной задачей является формирование информационно-аналитических систем, способных преобразовывать разрозненные измерения в инструмент поддержки принятия инженерных решений.

В системах теплоснабжения ежедневно формируются большие объёмы измерительной информации: температура подачи и обратного трубопровода, расход теплоносителя, давление в магистралях, параметры работы котлов, насосных агрегатов и вспомогательного оборудования. Эти данные имеют характер временных рядов, отличающихся высокой частотой обновления и неоднородностью структуры. Без специализированной программной обработки их использование ограничивается регистрацией и хранением, что не позволяет

выявлять скрытые закономерности в изменении режимов работы. Методы и технологии анализа больших данных, рассмотренные в современной учебной литературе, ориентированы на структурирование, фильтрацию и интеллектуальную интерпретацию подобных массивов информации [3].

Переход к интеллектуальной аналитике в теплоэнергетике предполагает применение принципов инженерии знаний, предусматривающих формализацию опыта специалистов и создание алгоритмической базы для автоматизированной поддержки управленческих решений [2]. В практическом аспекте это означает разработку программных модулей, способных сопоставлять текущие значения параметров с историческими данными, выявлять нетипичные отклонения и формировать рекомендации по корректировке режимов. Такой подход позволяет объединить статистические методы обработки информации с накопленным инженерным опытом эксплуатации тепловых сетей.

Статистический анализ временных рядов является одним из ключевых инструментов обработки данных в системах теплоснабжения. Применение корреляционного анализа позволяет определить степень влияния температуры наружного воздуха на величину тепловой нагрузки, а регрессионное моделирование — сформировать количественную зависимость между параметрами системы. В трудах по статистике и анализу данных для инженерных задач подчеркивается, что использование современных методов обработки существенно повышает точность прогнозирования и снижает неопределённость при принятии технических решений [4]. На основе полученных моделей возможно построение алгоритмов адаптивного регулирования температурного графика, учитывающих фактические условия эксплуатации.

Дополнительным направлением применения аналитических технологий является оценка технического состояния оборудования. Анализ динамики изменения давления, расхода и температурных параметров позволяет выявлять постепенное ухудшение гидравлического режима или снижение эффективности работы насосных установок. Использование накопленных статистических данных для прогнозирования вероятности отказов создаёт основу для перехода к предиктивному обслуживанию, при котором ремонтные мероприятия планируются на основании аналитической оценки состояния оборудования. Современные подходы к цифровизации теплоэнергетики предусматривают интеграцию подобных аналитических инструментов в единую систему управления предприятием [5].

Экономическая целесообразность внедрения систем анализа больших данных обусловлена возможностью оптимизации тепловых режимов и сокращения нерациональных потерь энергии. Даже небольшое снижение отклонений температурного графика от расчетных значений позволяет уменьшить перерасход топлива и повысить коэффициент полезного действия котельных установок. Кроме того, своевременное выявление утечек и нарушений гидравлического баланса способствует снижению эксплуатационных затрат и повышению качества теплоснабжения потребителей.

Таким образом, применение методов анализа больших данных в системах теплоснабжения формирует основу для перехода к интеллектуальной модели управления, ориентированной на прогнозирование и оптимизацию технологических процессов. Интеграция информационного обеспечения, методов инженерии знаний и статистического анализа позволяет создать адаптивную систему поддержки принятия решений, обеспечивающую повышение энергоэффективности и устойчивости функционирования теплоэнергетических объектов в условиях цифровой трансформации отрасли.

Список литературы:

1. Бартоломей П.И., Тащилин В.А. Информационное обеспечение задач электроэнергетики: учебное пособие. – М.: Изд-во Уральский университет, 2015. – 110с.
2. Гаврилова Т.А. Инженерия знаний // Инновационное развитие: экономика, интеллектуальные ресурсы, управление знаниями / Т. А. Гаврилова; под ред. Б.З. Мильнера. – М.: Инфра-М, 2009. - С. 214-216.
3. Железнов М.М. Методы и технологии обработки больших данных: учебное пособие. – М.: Изд-во МИСИ – МГСУ, 2020. – с.27-33.
4. Егоров И.И., Захаров П.Н. Статистика и анализ данных для инженеров. — Екатеринбург: УрФУ, 2022. — 400 с.
5. Смирнов В.В., Крылов А.Н. Цифровизация теплоэнергетики: методы и технологии. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2023. — 312 с.