

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ И АКТИВНО-АДАПТИВНЫМ ЭНЕРГОСИСТЕМАМ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ В СИСТЕМАХ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ

Судаков Е.С. (ИТМО), Малинина О.С. (ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н., доцент Малинина О.С. (ИТМО)

Введение. Современные энергосистемы претерпевают значительные изменения благодаря внедрению интеллектуальных технологий, обеспечивающих двусторонний обмен электроэнергией и информацией. Это способствует созданию автоматизированных и распределённых сетей энергоснабжения, известных как "умные сети" или *Smart Grid* [1]. Особое внимание уделяется интеграции таких систем с системами холодоснабжения, где оптимизация потребления энергии и повышение эффективности являются приоритетными задачами [2].

Основная часть. Целью данной работы является анализ современных подходов к интеллектуальным и активно адаптивным энергосистемам и оценка их перспективного применения в системах холодоснабжения.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи. Исследовать принципы функционирования интеллектуальных энергосистем, включая двусторонний обмен данными и интеграцию распределённых источников энергии [1]. Рассмотреть методы прямого управления холодильными системами в контексте *Smart Grid*, с акцентом на предиктивные стратегии управления [3]. Оценить возможности снижения энергопотребления в системах холодоснабжения посредством внедрения интеллектуальных технологий и адаптивных методов управления [2; 4]. Проанализировать перспективы развития интеллектуальных технологий в системах холодоснабжения в контексте интеграции с умными городами [5].

В рамках исследования проведён обзор научной литературы, посвящённой интеллектуальным энергосистемам и их применению в холодоснабжении. Особое внимание уделено работам, описывающим предиктивные стратегии управления и двусторонний обмен информацией в энергосетях [1; 3]. Также анализировались исследования по оптимизации энергопотребления в системах холодоснабжения и интеграции возобновляемых источников энергии [2; 4]. Рассматривались перспективы использования Интернета вещей и интеллектуальных технологий в рамках концепции умных городов [5].

Анализ показал, что внедрение интеллектуальных энергосистем в инфраструктуру холодоснабжения позволяет значительно повысить энергоэффективность и надёжность работы. Применение предиктивных стратегий управления, основанных на анализе данных в реальном времени, способствует оптимизации работы холодильных установок и снижению пиковых нагрузок на сеть [3]. Кроме того, двусторонний обмен информацией между потребителями и поставщиками энергии обеспечивает более гибкое и адаптивное управление энергопотреблением, что особенно актуально в условиях интеграции возобновляемых источников энергии [1]. Внедрение интеллектуальных технологий в системы холодоснабжения позволяет не только оптимизировать энергопотребление, но и снизить эксплуатационные затраты за счёт использования возобновляемых источников энергии [2; 4]. Перспективы развития данных технологий связаны с интеграцией умных систем в городскую инфраструктуру, что позволит эффективно управлять энергопотреблением и повысить экологическую устойчивость [5].

Выводы. Интеграция интеллектуальных и активно адаптивных энергосистем в процессы систем холодоснабжения открывает новые возможности для повышения эффективности и устойчивости энергетической инфраструктуры. Применение предиктивных методов управления и двустороннего обмена информацией способствует оптимальному использованию ресурсов и снижению эксплуатационных затрат. Использование возобновляемых источников энергии в сочетании с интеллектуальными технологиями

позволяет минимизировать углеродный след и повысить энергоэффективность систем охлаждения. Внедрение данных технологий в умные города станет ключевым фактором устойчивого развития.

Список использованных источников:

1. Fang X., Misra S., Xue G., Yang D. *Smart Grid – The New and Improved Power Grid: A Survey* // *IEEE Communications Surveys & Tutorials*. 2012. Vol. 14, No. 4. P. 944–980.
2. Петров Е.Т., Круглов А.А., Рукобратский Н.И. Анализ методов снижения энергопотребления систем холодоснабжения предприятий в процессе круглогодичной эксплуатации // *Вестник международной академии холода*. 2015. №3. С. 45–52.
3. Pedersen, R., Schwensen, J., Sivabalan, S., Corazzol, C., Shafiei, S.E., Vinther, K., Stoustrup, J. *Direct control implementation of a refrigeration system in smart grid* // *Proceedings of the 2013 American Control Conference*. Washington, DC, USA: U.S. Department of Energy, 2013. – P. 667–672.
4. Петренко М.А., Тришин Ф.А., Мазур В.А. Повышение энергоэффективности холодильных систем в интеллектуальных сетях электроснабжения // *Вестник научных исследований*. 2023. Т. 12, №4. С. 78–85.
5. Константинов Д. Будущее холодильных систем: интеграция умных технологий и Интернета вещей // *Вестник научных исследований*. 2023. Т. 12, №5. С. 90–97.