

УДК 621.311

И.А. ЗВОЗНИКОВА, ст. преподаватель ЮРГПУ (НПИ)
г. Новочеркасск

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ SMART GRID
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ
ДЛЯ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ЖИЛЫХ
И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ**

Рассмотрен пример применения метода главных компонент для моделирования суммарной электрической нагрузки многоквартирного жилого дома, при котором погрешность моделирования составила 1,0 % при расчете по первой компоненте, и 0,302 % - по первым трем компонентам, по сравнению с экспериментальной суммарной нагрузкой дома, что свидетельствует о возможности более точного проектирования систем электрообеспечения жилых зданий, чем по нормам СП 256.1325800.2016. С целью получения экспериментальных данных для более точного расчета электрических нагрузок жилых зданий предложено использовать в системах электрообеспечения технологии Smart Grid.

Ключевые слова: расчет электрических нагрузок, удельные электрические нагрузки, метод главных компонент, Smart Grid.

Интеллектуальные сети – это интеллектуальные системы взаимосвязанных электрических сетей, которые объединяют цифровые технологии, передовые датчики и двустороннюю связь для оптимизации производства, распределения и потребления энергии. Они отличаются от традиционных электросетей способностью собирать и анализировать данные в режиме реального времени, что позволяет получать огромные объемы фактических данных электропотребления. Исходя из этого, используя современное программное обеспечение и аналитические инструменты, появляется возможность прогнозировать спрос посредством четкого понимания моделей потребления, выявлять потенциальные проблемы и оптимизировать распределительную сеть.

В настоящее время в энергетической отрасли происходят изменения, которые приобретают глобальный характер, что приводит к существенным переменам в энергетике [1]. Традиционным сетям уже не хватает технологических возможностей мониторинга и автоматизации, как у интеллектуальных сетей, что делает их более восприимчивыми к отключениям электроэнергии и другим недостаткам эффективности. Кроме того, передовые технологии позволяют интеллектуальным сетям адаптироваться к меняющимся потребностям в электроэнергии и позволяют интегрировать новые

энергетические технологии, в то время как традиционные сети часто с трудом справляются с меняющимися энергетическими нагрузками.

На сегодняшний день разработка мер по энергосбережению и повышению энергетической эффективности является приоритетным направлением государственной политики в стране. Так, в утвержденной Энергетической стратегии Российской Федерации до 2035 года [2] были упомянуты, помимо общих, две важные и взаимосвязанные проблемы, которые и подтверждают необходимость пересмотра как нормативной литературы для проектирования, так и необходимость современного подхода к расчету электрических нагрузок:

1) «диспропорция между заявляемыми характеристиками электропотребления при технологическом присоединении и их последующими фактическими значениями»;

2) «недостаточный уровень автоматизации технологических процессов и повышение уязвимости объектов, связанное с усложнением систем и алгоритмов управления этими объектами».

В настоящее время для проектирования системы электроснабжения используется СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа» [3] и, несмотря на то, что в свод периодически вносятся изменения [4], удельные электрические нагрузки так и остаются прежними, что безусловно влияет на точность проектирования и разницу между проектными и фактическими нагрузками [5]. Но в СП также предполагается возможность корректировки значений удельных нагрузок при наличии официальных экспериментальных данных. Однако, прогнозирование электропотребления не всегда удается рассчитать достаточно точно, слишком много сторонних воздействий влияет на фактическую нагрузку, и, по итогу, выявляется существенная разница между проектируемым и фактическим электропотреблением зданий.

Одним из способов учета влияния множественных сторонних воздействий на электрическую нагрузку является применение для расчетов метода главных компонент [6]. Данный метод является многомерным статистическим способом оценки степени взаимозависимости для набора коррелированных переменных. Метод главных компонент (МГК) особенно удобен в выявлении случайных взаимосвязей, группируя сложные и достаточно коррелированные переменные, как, например, электрические нагрузки.

В работе [7] был рассмотрен пример применения МГК для моделирования суммарной электрической нагрузки многоквартирного жилого дома, электрическая нагрузка которого состояла из четырех вводов в его жилую часть и одного ввода на прочие нужды, их экспериментальные графики получасовых нагрузок представлены на рисунке 1.

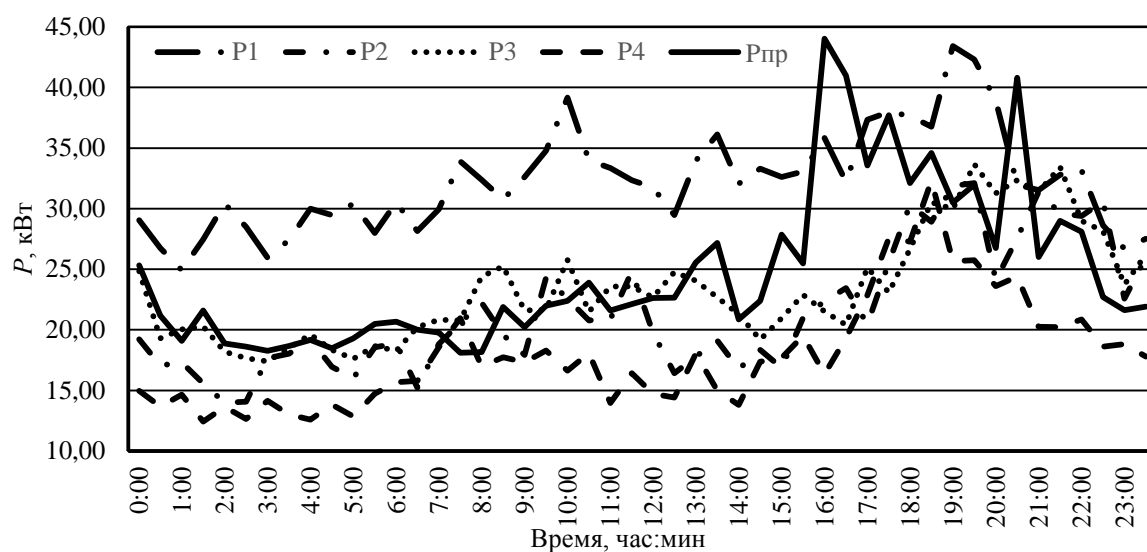


Рис. 1. Суточные получасовые графики активной мощности вводов № 1 – № 4 в квартиры $P_1(t)$, $P_2(t)$, $P_3(t)$, $P_4(t)$ и потребление прочих общедомовых нужд $P_{пр}(t)$ ввод №5

С помощью ортогонального разложения метода главных компонент были получены модели суммарного графика нагрузки P_{m1} по первой главной компоненте, погрешностью моделирования которой составила 1,0 %, и P_{m3} по первым трем компонентам с погрешностью 0,302 %, по сравнению с экспериментальной суммарной нагрузкой дома P_d . Результат моделирования представлен на рис. 2.

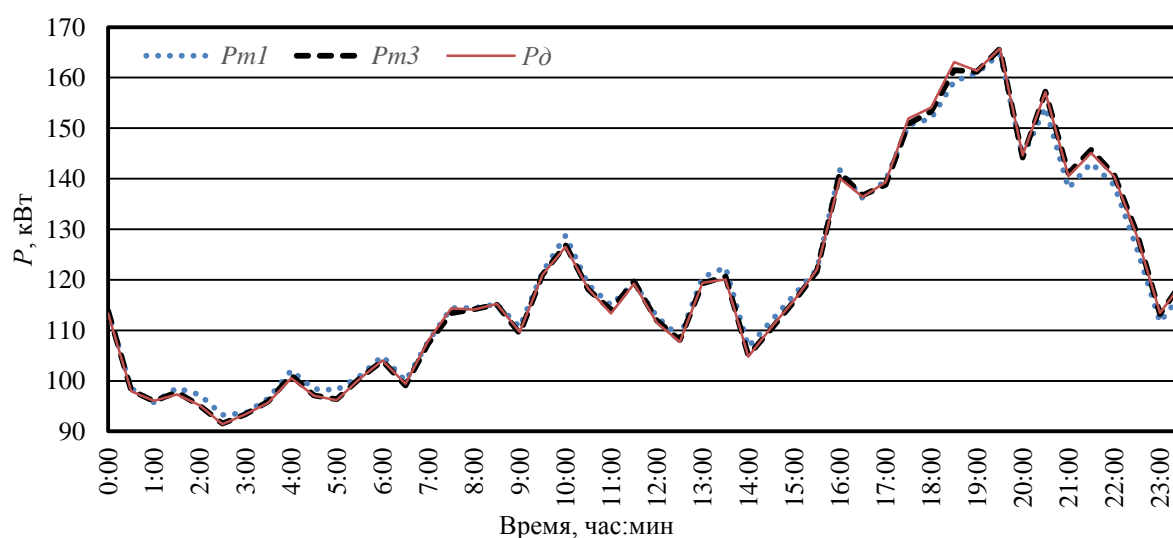


Рис. 2. Модели P_{m1} , P_{m3} и фактический P_d суммарные графики нагрузки

Полученные достаточно точные результаты применения метода главных компонент для расчета проектируемых электрических нагрузок

говорят о возможности более точного проектирования электроснабжения чем по нормам СП, но в тоже время для этого необходимо иметь большое количество экспериментальных данных электрических нагрузок уже с эксплуатируемых домов. Одним из вариантов получения такой информации является применение в системах электроснабжении технологий Smart Grid.

Таким образом, решение упомянутых выше проблем по энергосбережению и повышению энергетической эффективности затрудняется наличием нормативных документов по проектированию системы электроснабжения, применение которых приводит к несоответствию расчетных и фактических данных в потреблении электроэнергии. Устранение указанных несоответствий возможно при использовании данных, полученных при использовании в системах электроснабжении технологий Smart Grid. Их применение будет способствовать повышению энергоэффективности систем электроснабжения и позволит сделать процесс передачи и потребления электрической энергии более устойчивым.

Список литературы:

1. Филин Ю.И. Мировая практика по внедрению «умных» сетей электроснабжения // Повышение эффективной эксплуатации электрооборудования в сельском хозяйстве: материалы Международной научно-технической конференции имени Г.П. Ерошенко / Под ред. С.М. Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2023. – С. 354-362.
2. Распоряжение Правительства РФ от 9 июня 2020 г. № 1523-р Об Энергетической стратегии РФ на период до 2035 г.
3. СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа» – М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2016. 127 с
4. Приказ «Об утверждении Изменения № 6 к СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа» №1005/пр от 28 декабря 2023»
5. Надтока И.И., Звозникова И.А., Васильев Г. П., Бурмистров А.А., Туруткин С.Ю., Обыденко И.И. Анализ основных закономерностей в электропотреблении жилой части многоквартирных домов в Московском регионе // Промышленная энергетика. – 2023. – № 11. – С. 21-27.
6. Дубров А.М. Обработка статистических данных методом главных компонент. - М.: Статистика, 1978. - 135с.
7. Надтока, И. И., Звозникова И.А. Оценка вклада взаимной корреляции индивидуальных графиков в дисперсию суммарного графика электрической нагрузки // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2023. – Т. 66, № 4. – С. 136-143.

Информация об авторе:

Звозникова Инна Александровна, старший преподаватель кафедры
ЭиЭ, ЮРГПУ (НПИ), 346428, Ростовская область, г. Новочеркасск,
ул. Просвещения, д. 132, zvoznikova_ia@npi-tu.ru