

3. Барков А.В. Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации [Текст] / А.В. Барков, Н.А. Баркова, А.Ю. Азовцев. — СПб: ГМТУ, 2000. — С. 169.

4. Несовершенство методики вибродиагностирования подшипников качения / Н. В. Грунтович, С. В. Короткевич, И. В. Петров // Энергетическая стратегия. – 2024. – № 3. – С. 21-26.

5. Биргер И.А. Техническая диагностика [Текст]. — М.: Машиностроение, 1978. — 240 с.

УДК 44.09.03:44.01.75

МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ РЕЖИМОВ ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ УКРУПНЕННЫХ БАЛАНСОВЫХ ГРУПП РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Грунтович Надежда Владимировна, Капанский Алексей Александрович
ГГТУ им. П.О. Сухого, г. Гомель, Республика Беларусь
gruntovich@tut.by, kapanski@mail.ru

Аннотация: В статье показаны преимущества использования многопараметрического кластерного анализа, как инструмента для изучения и понимания формирования режимов потребления газа укрупненных балансовых групп региональной системы газоснабжения. Представлены результаты многофакторной кластеризации суточных данных температуры, номера суток и объема потребления газа за 2012–2023 г. для укрупненной балансовой группы «Минжилкомхоз». Результаты кластеризации могут быть использованы для получения эффективных моделей прогнозирования газа.

Ключевые слова: система газоснабжения; укрупненная балансовая группа; режимы; многопараметрический кластерный анализ; отопительный период; прогноз.

MULTI-PARAMETRIC CLUSTER ANALYSIS OF GAS CONSUMPTION MODES OF ENLARGED BALANCE GROUPS OF THE REGIONAL GAS SUPPLY SYSTEM

Gruntovich Nadezhda Vladimirovna, Kapansky Aleksey Aleksandrovich
Sukhoi State Technical University of Gomel, Gomel, Republic of Belarus
gruntovich@tut.by, kapanski@mail.ru

Abstract: The article shows the advantages of using multivariable cluster analysis as a tool for studying and understanding the formation of gas consumption modes of enlarged balance

groups of the regional gas supply system. The results of multivariable clustering of daily data on temperature, day number and volume of gas consumption for 2012-2023 for the enlarged balance group "Minzhilkomkhoz" are presented. The clustering results can be used to obtain effective gas forecasting models.

Keywords: gas supply system; enlarged balance group; modes; multivariable cluster analysis; heating period; forecast.

В условиях постоянно возрастающей сложности трубопроводных систем газоснабжения и важности устойчивого использования энергетических ресурсов, аналитические методы играют важную роль в оптимизации и планировании потребления природного газа. Многопараметрический кластерный анализ – передовой инструмент для изучения и понимания режимов газопотребления, позволяя не только выявить закономерности, но и формулировать эффективные стратегии для управления газопотреблением. В качестве методологической основы используются такие методы кластеризации, такие как плотностный метод (DBSCAN) и классический алгоритм k -средних [1-3]. Традиционно структура потребления газа рассматривается в двумерном пространстве «суточный расход газа–среднесуточная температура наружного воздуха» [4, 5]. Отличием многопараметрического кластерного анализа является введение дополнительного параметра – номера суток. Введение третьего фактора в анализ данных открывает возможности для многомерного исследования данных. Это позволяет не только анализировать стандартные зависимости между температурой наружного воздуха и потреблением газа, но и учитывать временные (суточные) колебания потребления. Включение временной компоненты особенно важно для идентификации сезонных тенденций и аномалий в потреблении, что может существенно повысить точность прогнозных моделей и эффективность планирования природного газа как для региональной системы газоснабжения (РСГС), так и для ее укрупненных балансовых групп (УБГ).

В УБГ «Минжилкомхоз», анализ многофакторной кластеризации суточных данных температуры, номера суток и объёма потребления газа за 2012–2023 г. выявил четыре кластера, отражающих как сезонные, так и внутрисезонные особенности потребления газа (рис. 1). Кластеры «1» и «3», находящиеся в одной области, соответствуют отопительному периоду и могут быть объединены для квартальных прогнозов, так как они охватывают схожие условия и зимний период года. Вместе они объединяют 23,2% от общего количества суток. Кластер «2» также относится к отопительному периоду, но с самыми низкими температурами и максимальным потреблением газа. Он включает 28,9% наблюдений и выделяется наибольшей вариативностью

потребления, что делает его критически важным для управления и планирования ресурсов в периоды пикового спроса. Кластер «0» объединяет сутки межотопительного периода и отличается стабильно низким потреблением газа. Этот кластер объединяет 47,9% всех суток наблюдений.

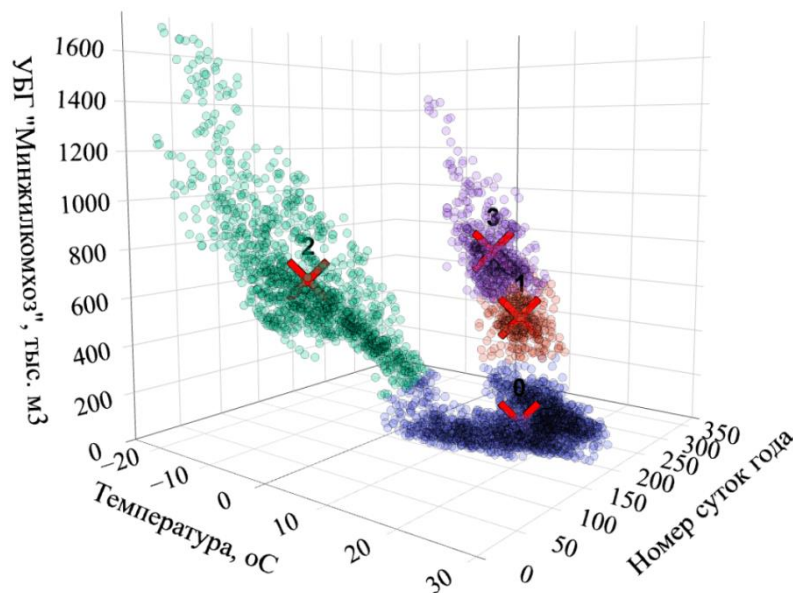


Рис. 1. Трехфакторная кластеризация режимов потребления газа УБГ «Минжилкомхоз» за период 2012–2023 гг.

Потребление в кластере «0» относительно однородно, с минимальной вариативностью, что делает его идеальным для использования в простых прогнозных моделях. Полученные данные трехфакторной кластеризации формируют общую информационную структуру для выбора наиболее эффективных моделей прогнозирования.

ИСТОЧНИКИ

1. Ковалев, С. П. Комбинация алгоритмов k-средних и DBSCAN при анализе поведения пользователей / С. П. Ковалев, М. А. Калугина // Студенческий. – 2019. – № 18-1(62). – С. 33-38. – EDN ARNHZF.

2. Михайлов, А. А. Использование алгоритма k-средних в кластеризации данных / А. А. Михайлов // Прикладные исследования и технологии ART2016: Сборник трудов международной конференции, Москва, 12–14 сентября 2016 года / НОУ ВО Московский технологический институт. – Москва: Негосударственное образовательное учреждение высшего образования Московский технологический институт, 2016. – С. 205-210. – EDN XAVPUF.

3. Исакин М. А. Модификация метода k-средних с неизвестным числом классов // Прикладная эконометрика. – 2006. – №. 4. – С. 62-73.

4. Мороз, Д. Р. Региональная система газоснабжения с позиций системного анализа и закономерности ее функционирования / Д. Р. Мороз, Н. В. Грунтович // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. 2018. Т. 61, № 4. С. 359–371. <https://doi.org/10.21122/1029-7448-2018-61-4-359-371>

5. Moroz D., Hruntovich N., Kapanski A., Markaryants L., Shakurova Z. Regularities of the formation of structural fields of daily gas consumption of the regional gas supply system. E3S Web of Conferences. T.220. Номер статьи 010762020. Sustainable Energy Systems: Innovative Perspectives, SES 2020. Код 165904. DOI: 10.1051/e3sconf/202022001076

УДК 621.311

ЧАСТИЧНЫЕ РАЗРЯДЫ В ИЗОЛЯЦИИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ. МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ИНТЕНСИВНОСТИ И МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ

Дияров Рустам Илфирович, Валиуллина Диля Мансуровна
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан
rustam84rd@mail.ru

Аннотация: В настоящей работе рассматриваются частичные разряды в изоляции кабельных линий электропередачи. Кабельные линии являются важной частью энергетических систем, и их надежная работа непосредственно зависит от состояния изоляции. Частичные разряды возникают в результате электрических полей, превышающих критические значения, что приводит к локальным нарушениям в изоляционных материалах. Эти явления могут произойти при наличии дефектов в изоляции, таких как пузырьки, включения или соблюдение технологии при производстве кабелей. С течением времени частичные разряды способны вызывать деградацию материала изоляции, что, в свою очередь, может привести к полному выходу из строя кабельной линии и, как следствие, к отключениям электроэнергии и материальным потерям.

Ключевые слова: диагностика; частичные разряды; акустический метод; оптический метод; изоляция; мониторинг; локализация.

PARTIAL DISCHARGES IN THE INSULATION OF CABLE TRANSMISSION LINES. METHODS FOR DIAGNOSING THE INTENSITY AND LOCATION OF PARTIAL DISCHARGES

Rustam Ilfirovich Diyarov, Dilia Mansurovna Valiullina
KSPEU, Kazan, Republic of Tatarstan
rustam84rd@mail.ru