Прогнозирования зависимых контролируемых параметров работы источников теплоснабжения

Максимюк Е.В.

Сургутский государственный университет

<p>Энергоэффективность производственных и отопительных котельных основывается на экономии ресурсов при работе котельных установок, а именно экономии и сбережении воды в котельной, натурального топлива и электрической энергии.
Цель исследования заключается в прогнозировании будущих значений временного ряда параметров работы котельных установок для выявления и предупреждения причин излишнего потребление ресурсов на выработку тепловой энергии.
В целях достижения повышения энергоэффективности работы источников теплоснабжения, а именно для выявления степени влияния отдельных узлов оборудования на эффективность работы котельных, была разработана множественная линейная регрессионной модель расхода топлива котельными установками на выработку тепловой энергии. Данные для временного ряда были получены с датчиков, установленных на 5 котельных установках. Котельные оборудованы 3-мя котлами одинаковой модификации и работают на одинаковом теплоносителе. Но при прочих равных условиях на выработку одного и того же количества тепла эти котельные потребляют разное количество ресурсов.
Были рассмотрены 37 параметра работы газовых котельных, в том числе:

температура, объем и давление воды в прямой и обратной трубе;
температура в водогрейных котлах;
наработка насосов и котлов;
давление газа;
тепловая мощность и тепловая энергия воды в прямой трубе;
температура окружающей среды.

С помощью корреляционного и экспертного анализа были определены зависимые и независимые переменные.
Экспертный анализ показал, что наибольшее влияние на расход топлива, оказывает температура окружающей среды, температура воды в прямой и обратных трубах, и работа водогрейных котлов. В результате экспертного анализа были отобраны 23 независимых переменных для исследования в процессе регрессионного анализа.
В качестве зависимых переменных выступают расход топлива, расход электроэнергии и расход воды.
Составлены уравнения регрессии работы котельных, из которых видно, что наборы значимых независимых переменных на разных котельный отличаются. Данную разницу можно объяснить различием в состоянии оборудования и режимов процесса выработки тепловой энергии на котельных. Отличаются и коэффициенты при переменных, что объясняется теми же причинами.
Была проведена проверка адекватности регрессионной модели расхода газа котельной №1, которая показала довольно высокий результат достоверности.
В ходе исследования было выявлено, что с течением времени регрессионная модель отдельно взятой котельной также изменяется, а именно изменяется состав и значимость зависимых переменных. Эти изменения можно объяснить изменением состояния оборудования и режимов процесса выработки тепловой энергии.
Результаты математического моделирования для принятия решений об обеспечении энергетической эффективности могут использоваться следующим образом: при превышении какого-либо контрольного параметра над нормативом по 23 независимым переменным рассчитывается линейная регрессионная модель. По весовым коэффициентам математической модели определяется, какой из независимых параметров оказывает наибольшее влияние на ситуацию. Это позволяет в режиме, приближенном к реальному времени выявить, в каком узле производственного оборудования происходит сбой и сформировать мероприятие по нормализации его работы.

Литература
1. Абдульманов Р.Р., Максимюк Е.В., Микшина В.С. Подходы к созданию систем поддержки принятия решения реального времени в области энергоэффективности источников теплоснабжения // В кн.: Инновационные информационные технологии. Материалы международной научно-практической конференции. / Научн. ред. А.Н.Тихонов Общ. ред. С.У. Увайсов Отв. ред. И.А. Иванов–М.: МИЭМ НИУ ВШЭ.
2. Maksimyuk E.V., Mikshina V.S. Mathematical methods and algorithms for decision support to ensure energy efficiency// Innovative Information Technologies: Materials of the International scientific - practical conference. Part 3. /Ed. Uvaysov S. U. –M.: HSE, 2014