

В. Н. Захаров, И. А. Шанин, С. А. Ступников (Москва, Институт проблем информатики ФИЦ ИУ РАН). **Применение математических методов обнаружения аномалий для анализа временных рядов, порождаемых элементами жилищной инфраструктуры.**

Использование современных инфраструктурных решений делает актуальной задачу своевременного и эффективного детектирования нештатных ситуаций и интеллектуального мониторинга состояния бытового оборудования. Данная работа выполняется в рамках проекта, нацеленного на разработку комплекса программно-технических решений по созданию системы обеспечения мониторинга элементов жилищной инфраструктуры. В рамках исследования был создан экспериментальный стенд, на котором были проведены испытания основных элементов оборудования жилищной инфраструктуры: электрических насосов, силовых трансформаторов, систем вентиляции и кондиционирования, бойлеров и электрических котлов. В ходе испытаний были собраны и обработаны измерения датчиков, фиксирующих параметры работы оборудования: датчиков температуры, вибрации, освещенности, напряжения, шума, расходов воздуха и воды.

К полученным данным были применены следующие статистические и вероятностные модели, позволяющие классифицировать штатные и нештатные режимы работы оборудования:

а) t -критерий Стьюдента использовался для детектирования значимых отклонений показаний датчиков от штатных значений, таким образом строился 95% доверительный интервал для детектирования аномальных значений в режиме реального времени;

б) двухвыборочный критерий Колмогорова–Смирнова использовался для детектирования статистически значимых различий между распределениями показаний датчиков временного ряда в разных режимах работы;

в) линейная регрессия использовалась для моделирования показаний датчиков линейной функцией, для последующего детектирования значимых отклонений от линейной модели. Модель применена к показаниям датчиков расхода воздуха вентиляционной установки и датчиков расхода воды электрического насоса, так как работа данного оборудования в штатном режиме обуславливает постоянный ток воздуха или воды;

г) скрытая марковская модель использовалась для детектирования изменений скрытых состояний работы оборудования. Исследуемым скрытым состояниям соответствуют режимы работы оборудования, в частности, нештатные режимы работы. Обученная на размеченных данных скрытая марковская модель применяется для вычисления правдоподобия исследуемого на аномальность фрагмента временного ряда.

В результате анализа были построены модели различных классов характерных неисправностей оборудования. Полученные модели предназначены для использования в качестве теоретической основы при создании промышленных систем обеспечения мониторинга элементов жилищной инфраструктуры.