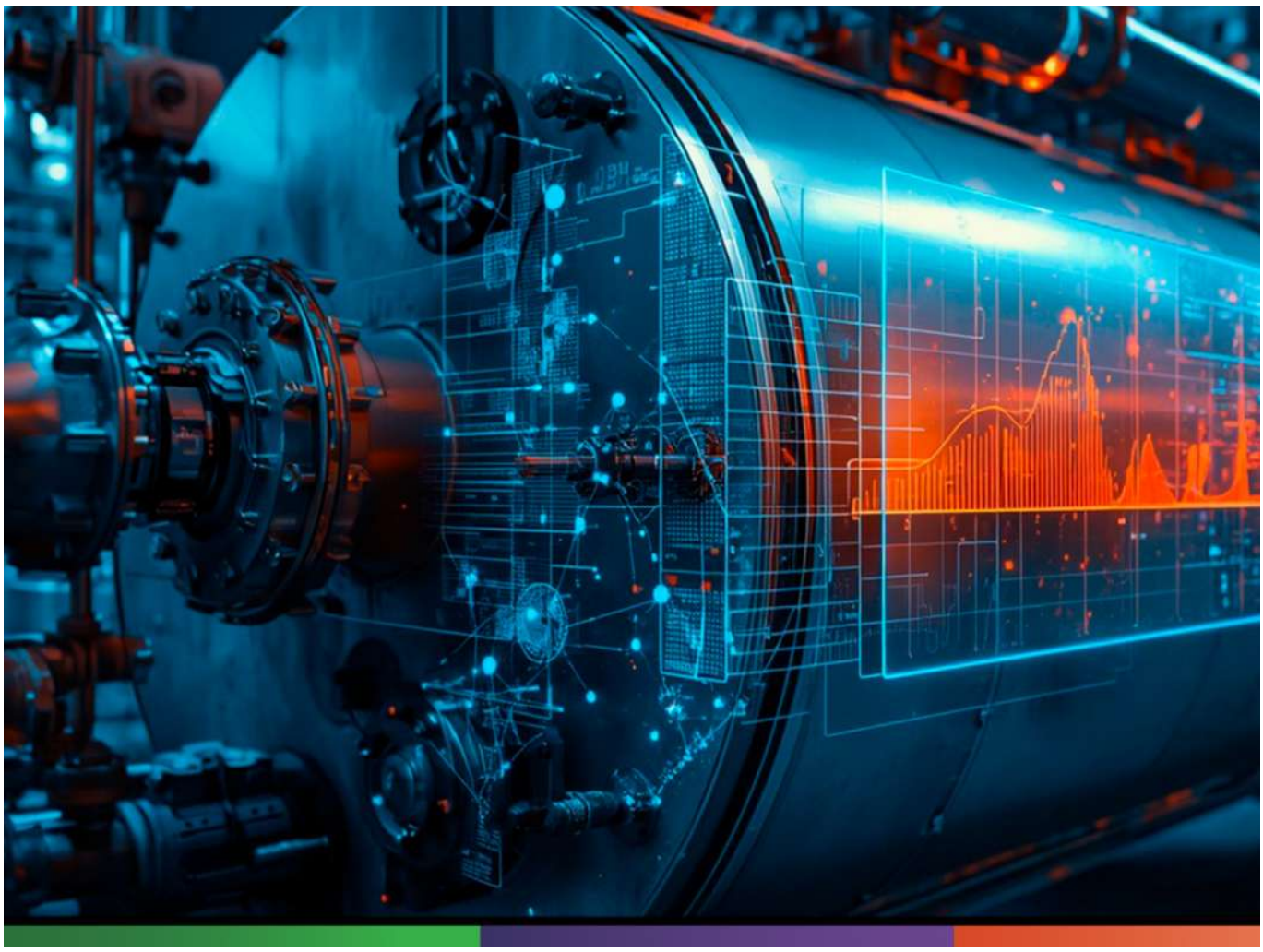
Умное управление паровым котлом



Ученые Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого создали систему управления паровым котлом ТЭЦ, которая учится на данных реальной станции и заранее прогнозирует, сколько пара понадобится цехам. По расчетам, она повышает КПД котла на 3% и сокращает расход мазута на 4%.

ТЭЦ вырабатывает сразу тепло и электричество, а главные агрегаты в ней — паровые котлы. От их настройки зависят расход топлива, цена пара и выбросы. Управлять котлом трудно: на его работу влияют десятки связанных между собой параметров, а отклик на изменения запаздывает. Привычные регуляторы держат одну величину по одному сигналу, хотя в котле каждая заслонка влияет сразу на все. Есть и неизбежный компромисс: когда котел выдает больше пара, его КПД падает, как у машины, которая на высокой скорости тратит больше бензина на километр.

Профессор Высшей школы управления кибер-физическими системами *Дмитрий Арсеньев*, профессор Высшей школы компьютерных технологий и информационных систем *Галина Малыхина* и аспирант *Чавелипарамбил Джаян Ядукришнан* построили такую систему на

данных мазутной ТЭЦ, которая снабжает паром цеха металлургического предприятия. Весь декабрь 2022 года датчики раз в минуту записывали 67 параметров каждого из трех работающих котлов.

Сначала нейросеть изучила, как котел откликается на положение заслонок вентилятора и дымососа, клапанов подачи воды и мазута. Получилась цифровая копия котла: ее прогноз КПД и выработки отличался от измерений в среднем на 0,7 и 0,3%. Вторая нейросеть, приспособленная к рядам данных во времени, предсказывает спрос цехов на пар. Третья часть системы перебирает варианты настроек, подобно естественному отбору, и оставляет лучшие компромиссы — режимы, где КПД уже нельзя поднять без потери выработки. Регулятор смотрит вперед, как водитель на дорогу: для плановых перемен дальше, ведь дополнительному котлу нужно несколько часов на прогрев.

Анализ показал, что большую часть времени котел работал неоптимально: при той же выработке пара его КПД можно было поднять. Расчеты для подобранных системой режимов дали прибавку КПД на 3% и экономию мазута на 4%.

> Исследование поддержано Минобрнауки России в рамках программы Научного центра мирового уровня «Передовые цифровые технологии», грант № 075-15-2022-311 от 20.04.2022.

Оригинал статьи: A Data-Driven Framework for Dynamic Modeling and Predictive Control of Industrial Steam Boilers Using Neural Networks and LSTM Forecasting. Applied Sciences, 2026, Vol. 16, No. 18, Article 9304.