

В Политехе нашли способ ускорить оптимизацию работы ТЭЦ в 16 раз

Учёные Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ) разработали гибридную архитектуру, объединяющую цифровой двойник теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) и методы искусственного интеллекта. Она подбирает оптимальные режимы работы станции примерно за 15 секунд вместо нескольких минут — это в 16 раз быстрее, чем расчёт с использованием цифрового двойника и классических математических методов. Такая скорость позволяет говорить о возможности оптимизации режимов сразу нескольких электростанций из единого диспетчерского центра.



Цель работы научного коллектива — создание системы оптимизации жизненного цикла оборудования электростанций с использованием инструментов предиктивной аналитики. Под оптимизацией жизненного цикла учёные понимают многокритериальный подход, который одновременно нацелен на продление ресурса оборудования, повышение эффективности производственно-сбытовой деятельности ТЭЦ и улучшение её экологических показателей. В России уже существуют программные решения, охватывающие отдельные аспекты работы теплоэлектростанций, —

например, только оптимизацию работы на оптовом рынке электроэнергии и мощности или только оценку технического состояния оборудования. Однако комплексная задача оптимизации всего жизненного цикла пока не реализована ни в одном программном комплексе. Крупные зарубежные концерны подступаются к таким амбициозным задачам, но, как показывает практика, их решения не работают на российском рынке в условиях отсутствия множества расчётных параметров, сложности тепловых схем и режимов отечественных станций.

В этом году коллектив получил сразу несколько значимых результатов. Первый — модуль автоматической интеллектуальной перепараметризации цифровой модели, которая является сердцем цифрового двойника ТЭЦ: расчётные модели теперь калибруются в автоматическом режиме и учитывают деградацию или иное изменение состояния оборудования, опираясь на косвенные параметры, характеризующие его техническое состояние. Второй — внедрение гибридных алгоритмов оптимизации режимов работы станции, то есть связи цифрового двойника и искусственного интеллекта.

Руководитель проекта, доцент Высшей школы атомной и тепловой энергетики СПбПУ Ирина Аникина привела в пример кейс по оптимизации режимов работы ТЭЦ с пятью энергоблоками с турбинами Т-100: Цифровой двойник этой станции генерирует в качестве датасета для суррогатных моделей все возможные режимы работы и варианты технического состояния энергетического оборудования — в нашем примере это примерно 280 000 состояний. Далее в гибридную архитектуру поступает информация о текущем режиме и состоянии станции, и оптимизатор за доли секунды ищет решение. Чтобы избежать ошибок, связанных с неточностью моделирования, предложенное оптимизатором решение мы отправляем обратно в цифровой двойник для проверки результата, а также дополнительно моделируем контрольные режимы и проверяем корректность предложенного решения. Такой способ позволил намного ускорить оптимизацию: вместо нескольких минут при использовании цифрового двойника и классических математических методов теперь это занимает порядка 15 секунд. То есть скорость расчёта выросла в 16 раз.

Для персонала станции результат этой работы выглядит как система подсказок, помогающая одновременно выдерживать несколько требований: оборудование должно быть надёжным и как можно реже нуждаться в ремонте, топлива нужно потратить как можно меньше при наибольшей выручке от продажи тепловой и электрической энергии, а вред для окружающей среды должен быть минимальным. Учёные сравнивают такую задачу с длительной эксплуатацией грузового автомобиля: важно, чтобы машина не ломалась и бережно эксплуатировалась, но при этом расходовала минимум топлива и сохраняла приемлемые параметры по скорости, вредным выбросам и удобству для водителя. Причём учитывать приходится не только характеристики самой машины, но и внешние факторы: пробки, режимы работы светофоров, рельеф маршрута, погодные условия, состав топлива.

По оценке исследователей, для ТЭЦ из приведённого примера работа на режимах, предложенных системой, позволила бы увеличить маржинальный доход на треть за полгода.

Система комплексной оптимизации жизненного цикла оборудования электростанций крайне необходима всем эксплуатируемым станциям нашей страны и других стран с развитой теплофикацией. Нам пора уходить от нормативных параметров в ремонтах и оценке эффективности режимов и приходить к факту: ремонт оборудования нужно делать не по графикам, а по состоянию, а оптимальное состояние мы должны обеспечить режимами из нашей системы подсказок. Сейчас пришло время бережно относиться к оборудованию, ресурсам и экологии. Использование такой системы позволит решить проблемы импортозамещения, дороговизны ремонта и восстановления оборудования, неэкономичных и неэкологических режимов работы, — подчеркнула Ирина Аникина.

В основе разработки — цифровые двойники, содержащие классические математические модели ТЭЦ, которые сводят балансы по отдельному оборудованию и по станции в целом, а также методы машинного обучения и искусственного интеллекта. Полученные результаты можно масштабировать на теплоэлектроцентрали России и ближнего зарубежья, однако для качественной работы цифрового двойника необходимо обеспечить передачу данных автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) за пределы станции по специальным промышленным протоколам либо организовать ежедневную ручную загрузку параметров работы ТЭЦ.

Отдельные модули системы — прогнозирование технического состояния оборудования, улучшение режимов работы станции и оптимизация экологических параметров — уже апробированы в реальных условиях. Следующая задача коллектива — перейти к многокритериальному повышению эффективности, учитывающему все эти модули, и создать качественную систему подсказок для персонала ТЭЦ: по текущим и прогнозируемым режимам, выводу оборудования в ремонт и выполнению других регламентных мероприятий.

Научная работа ведётся при поддержке Программы развития Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого на 2025–2036 годы в рамках реализации программы «Приоритет-2030» (нацпроект «Молодёжь и дети»).

Дата публикации: 2026.09.23

[>>Перейти к новости](#)

[>>Перейти ко всем новостям](#)