

Системный инжиниринг и цифровое моделирование сложных систем



Современное энергетическое и технологическое оборудование предъявляет повышенные требования к эффективности теплообменных процессов, особенно в условиях доминирующих эффектов свободной конвекции. Аппараты воздушного охлаждения (АВО) и теплообменники воздушного охлаждения (ТВО), широко применяемые в промышленности и энергетике, традиционно проектируются на основе обширных эмпирических данных о теплогидравлических характеристиках трубных пучков. Однако данный подход остается трудоемким и требует значительных усилий высококвалифицированных специалистов. В этой связи развитие научно обоснованных методик расчета, интегрирующих современные достижения вычислительной гидродинамики, вихреразрешающего моделирования и методов машинного обучения, представляет собой приоритетное направление инженерных исследований. Особую значимость приобретает создание интеллектуальных систем поддержки проектирования, способных оптимизировать конфигурацию теплообменных аппаратов в зависимости от геометрических параметров, режимных характеристик и типа теплоносителя.

Фундаментальные исследования Политеха в указанной области осуществляются в рамках

проекта Российского научного фонда № 24-49-10003 «Комплексный подход к созданию научных основ проектирования энергоэффективных теплообменных аппаратов с воздушным охлаждением оребренных трубных пучков, функционирующих при доминирующих эффектах свободной конвекции». Руководитель проекта — Марина Засимова, канд. физ.-мат. наук, доцент Высшей школы прикладной математики и вычислительной физики. Проект реализуется по конкурсу № 88 — Конкурс 2023 года «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований международными научными коллективами» (БРФФИ) и предусматривает международное сотрудничество с белорусским научным коллективом Института тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси.

В ходе первого года реализации проекта получены систематические экспериментальные и расчетные данные о теплоотдаче и аэродинамическом сопротивлении оребренных труб в режимах свободной и смешанной конвекции, проведена валидация численных методик на основе совместного использования RANS- и LES-подходов, определены оптимальные геометрические параметры пучков, а также накоплены данные для применения методов машинного обучения к задаче регрессии характеристик теплообмена.

Результаты проводимых исследований представлены на II Международной научно-практической конференции «Современные подходы в системном инжиниринге и цифровом моделировании сложных систем» (SEDM-2026), проходившей 14–15 мая 2026 года на базе Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (НИК «Технополис Политех»). Конференция, проведенная в гибридном формате, объединила свыше 150 устных и постерных докладов и собрала представителей академического сообщества, инженерной практики и высокотехнологичного сектора из России, Индонезии, Узбекистана, Вьетнама и ряда других стран.

Программа конференции охватывала широкий спектр направлений: технологии интеллектуального анализа данных, проектирование и моделирование развития городских агломераций, математические и статистические методы в экономике и управлении, цифровое моделирование интеллектуальных производственных систем, интеллектуальные транспортные системы, а также цифровое моделирование в образовании и социальной сфере. Пленарное заседание, открывшее мероприятие, посвящалось технологиям устойчивого и умного развития городов.

В работе секции «Технологии интеллектуального анализа данных» приняли участие Алексей Абрамов, канд. физ.-мат. наук, доцент Высшей школы прикладной математики и вычислительной физики ФизМех СПбПУ и Василий Баранов, аспирант I года обучения, представившие устный доклад «Интеллектуальное прогнозирование интенсивности теплообмена в оребренных трубных пучках с воздушным охлаждением на основе методов машинного обучения» (в соавторстве с М. А. Засимовой).

В докладе проанализированы алгоритмы машинного обучения (от классических регрессионных моделей до нейронных сетей и ансамблевых методов) с акцентом на точность предсказания и вычислительную эффективность. Показано, что разработанные модели обладают выраженным практическим потенциалом для оперативной оценки характеристик теплообмена и оптимизации конструкций теплообменных аппаратов.

По итогам конференции планируется издание сборника трудов с присвоением DOI и ISBN с полнотекстовым размещением материалов в РИНЦ.