

Аэродинамика скорости: эксперименты Политеха для поездов будущего



Высокоскоростное движение на железной дороге начинается не с рельсов, а с управления потоками воздуха вокруг поезда. Аэродинамика определяет безопасность, энергоэффективность и акустический комфорт состава на скоростях порядка 200-300 км/ч, поэтому экспериментальные исследования обтекания подвижного состава остаются важным направлением для инженерных команд. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого на протяжении более века развивает такие исследования и сегодня показывает их результаты на выставке «Россия выбирает скорость» в Центральном музее железнодорожного транспорта РФ.

Аэродинамическая труба как исследовательская установка

Центральная экспериментальная база Политеха в этой области — Большая аэродинамическая труба Физико-механического института с рабочей частью порядка 2 м и возможностью создания воздушного потока до 40-50 м/с. На этой установке отрабатываются формы головных частей поездов, изучаются распределения давлений и полей скоростей, а также структура турбулентности и пульсаций потока.

Для высокоскоростного железнодорожного транспорта особенно важны задачи:

- снижения лобового сопротивления и аэродинамических потерь;
- уменьшения нестационарных нагрузок при входе в тоннели и разъездах на высокой скорости;
- ограничения вибраций и порывов воздуха, влияющих на комфорт пассажиров и состояние инфраструктуры.

Такие аспекты становились предметом экспериментов с моделями скоростных поездов, которые проводились в ЛПИ-СПбПУ в сотрудничестве с профильными отраслевыми институтами.

Измерительные методики: от микроманометров до лазера

В середине 1970-х годов в Большой аэродинамической трубе ЛПИ выполнялись исследования по теме «Аэродинамика высокоскоростных поездов» для ЛИИЖТ: продувались модели головных частей перспективных составов, в том числе форма для

скоростного электропоезда ЭР200. Давление по поверхности модели регистрировалось через систему дренажных отверстий с использованием микроманометров с наклонными трубками конструкции ЛПИ, один из таких приборов сейчас представлен на выставке.

В 2020-е годы набор методов был расширен.

Визуализация обтекания с помощью лазерной подсветки струй воздуха с мелкими частицами жидкости позволяет наглядно наблюдать структуру течения и зоны отрыва.

Термоанемометрические измерения с одноструйными зондами применяются для определения скорости и ее пульсаций в окрестности модели, что важно для анализа турбулентных течений.

Фото- и видеосъемка экспериментов дополняет массив измерений и служит наглядным материалом для интерпретации результатов.

В результате на установке формируется база экспериментальных данных, которая может использоваться для проверки и уточнения современных численных моделей течения, востребованных в транспортном машиностроении.

Реконструкция исторических экспериментов: вклад ученых Политеха

В 2025 году по предложению Центрального музея железнодорожного транспорта РФ коллектив Физико-механического института СПбПУ провел серию экспериментов с отреставрированной головной частью модели ЛИИЖТ 1975 года. Профессора Евгений Смирнов и Юрий Чумаков, участвовавшие в работах 1970-х годов, совместно с заведующим учебной лабораторией Андреем Юхневым спланировали научную реконструкцию испытаний.

Модель скоростного поезда ЛИИЖТ с дренажной системой отбора давления была вновь установлена в рабочей части Большой аэродинамической трубы ЛПИ-СПбПУ.

Проведена лазерная визуализация обтекания для демонстрации картины течения вокруг модели.

Выполнены измерения скорости и ее пульсаций термоанемометрами и одноструйными зондами вблизи поверхности.

Полученный массив данных вместе с историческими приборами и самой моделью стал частью экспозиции и может использоваться как современная экспериментальная основа, в том числе для последующего сравнения с расчетными результатами.

От экспериментов к экспозиции: как это представлено на выставке

Роль Политеха в [REDACTED] многопланова: университет предоставил отреставрированную головную часть модели ЛИИЖТ, исторические микроманометры, материалы о Большой аэродинамической трубе и результаты новой серии экспериментов 2025 года. Фотографии и видеозаписи визуализации обтекания, выполненные в СПбПУ, показывают посетителям, как выглядят реальные аэродинамические испытания скоростных поездов.

Так научная работа сотрудников Физико-механического института стала основой той части экспозиции, которая посвящена аэродинамике высокоскоростного движения. Выставка демонстрирует, как исторические и современные исследования Политеха в области аэродинамики вносят вклад в развитие отечественных технологий высоких скоростей на железнодорожном транспорте.