

Молодые ученые Политеха выступили с докладами в Национальном центре физики и математики



Молодые ученые Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого выступили с устными докладами в Национальном центре физики и математики в рамках IV Всероссийской школы-семинара в области математического моделирования на супер-ЭВМ экса- и зеттафлопсной производительности.

Политех на этом мероприятии представляли старший научный сотрудник лаборатории «Вычислительная гидроаэроакустика и турбулентность» Передовой инженерной школы «Цифровой инжиниринг», выпускник кафедры гидроаэродинамики ФизМех, к.ф.-м.н. Алексей Алексеевич Матюшенко и аспирант Высшей школы прикладной математики и вычислительной физики (ВШПМиВФ) Физико-механического института, стажер-исследователь той же лаборатории Максим Владимирович Акунец.



Национальный центр физики и математики (НЦФМ) – научно-исследовательский и образовательный центр, специализирующийся на получении принципиально новых знаний в области новой физики, передовой математики и информационных технологий. Центр создан по поручению Президента Российской Федерации в г. Сарове (Нижегородская область).

Научные школы НЦФМ проводятся по различным направлениям программы работы Центра и включают приглашенные лекции и

семинары ведущих ученых, представляющих крупные российские университеты, институты российской академии наук (РАН), научные центры и высокотехнологичные компании. В свою очередь студенты, аспиранты, молодые ученые и специалисты – участники школ – представляют результаты исследований выдающимся ученым. Отбор участников научных школ осуществляется на конкурсной основе на основании заявлений, поданных студентами, аспирантами и молодыми учеными.

IV всероссийская школа-семинар НЦФМ по математическому моделированию на супер-ЭВМ экса- и зеттафлопсной производительности прошла с 1 по 5 декабря 2025 года на площадке Технопарка «Саров». Мероприятие прошло на базе Филиала МГУ им. М.В. Ломоносова в г. Сарове и НЦФМ при поддержке Госкорпорации «Росатом» и РФЯЦ-ВНИИЭФ в рамках комплекса инициатив, проектов и мероприятий Десятилетия науки и технологий в России.



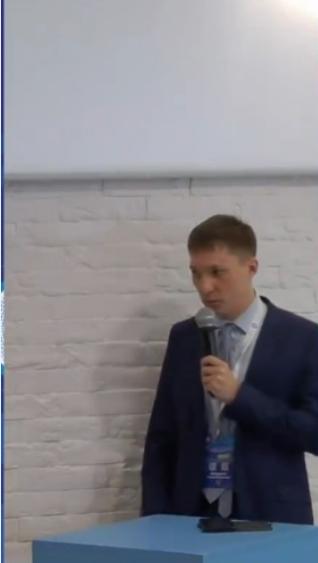


Школа-семинар была представлена следующими направлениями:

математические методы и алгоритмы для высокопроизводительных вычислений, включая вычисления на супер-ЭВМ эксафлопского класса для моделирования физических процессов;
математические методы моделирования индустриальных систем (разработка и создание комплекса отечественных математических методик и алгоритмов для полномасштабного моделирования физических процессов в высокотехнологичных индустриальных системах);
разработка математических методов для решения новых классов приоритетных задач, а также новых подходов и решений для традиционных классов задач;
исследования в интересах создания высокопроизводительных вычислительных систем, в том числе на новых физических принципах, а также системного и прикладного программного обеспечения для высокопроизводительных вычислительных систем.

В течение пяти дней более 80 молодых исследователей со всей страны погружались в мир высокопроизводительных вычислений, цифровых двойников и гибридного моделирования. Теоретическую программу школы составили 25 лекций ведущих ученых РАН, исследовательских университетов, Госкорпорации «Росатом» и ряда высокотехнологичных компаний.

Участники обсудили современные возможности суперкомпьютеров для решения крупномасштабных и вычислительно сложных задач в разных областях – от аэрогидродинамики до геофизики и медицины, – и узнали, как формируются цифровые двойники сложных промышленных систем. В практической части школы участники работали в отечественном программном пакете «Логос», моделируя аэро- и гидродинамику, теплообмен, прочность материалов и создавая сеточные модели. Видеозапись докладов доступна в профильной группе социальной сети «ВКонтакте».



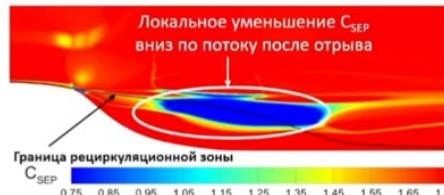
Настройка модели GEKO

- Глобальная (GEKO- C_{SEP})
 - $C_{SEP} = 1.0$
- Зонная (GEKO-Zonal)
 - $C_{SEP} = \begin{cases} 1.75, & \frac{x}{C} < 0.8 \\ 0.70, & \frac{x}{C} > 0.8 \end{cases}$
- Локальная (GEKO-ML)
 - $C_{SEP} = \text{ML} \left(\frac{S}{0.3\omega} - 1, \frac{S_{ij}S_{lj}}{S_{ij}S_{jl} - \Omega_{ij}\Omega_{jl}}, \frac{1}{20}, \frac{\sqrt{k}}{0.09\omega d_w} \right)$

Локальное уменьшение C_{SEP} вниз по потоку после отрыва

Граница рециркуляционной зоны

C_{SEP}



Наиболее точной получается версия, настроенная при помощи ML: GEKO-ML

04.12.2025
Санкт-Петербургский университет Петра Великого
14



Создание специализированных RANS моделей

- Поправка $\beta(X)$
 - Дополнительный множитель или слагаемое
 - В уравнениях переноса турбулентных характеристик SA RANS: $\frac{D\bar{v}}{Dt} = \beta(X)P(\bar{v}, q) - D(\bar{v}, q) + T(\bar{v}, q)$
 - В выражениях для вычисления турбулентных напряжений
 - EARSM: $\tau_{ij}^t = \frac{2}{3}k\delta_{ij} + k\sum_{k=1}^{10}\beta_k(X)T_{k,ij}$
 - $\beta(X)$ Локальна по пространству
 - Является функцией вектора осреднённых характеристик течения X
- Машинное обучение применяется для построения функциональной формы $\beta(X)$
 - Цель: улучшение согласования с «эталонными» данными (Эксперимент или DNS)
 - Как извлечь из эксперимента/DNS данные для эффективного применения МО?
 - От каких конкретных величин X должна зависеть поправка β ?

Experiment

1. RANS augmentation $\beta(X)$

2. ML Training $\beta(X): \min[C_l^{exp} - C_l^{RANS}]$

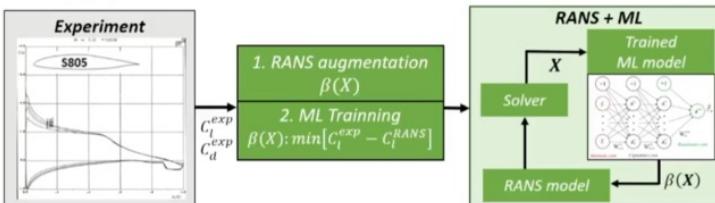
RANS + ML

Trained ML model

Solver

RANS model

$\beta(X)$



C_l

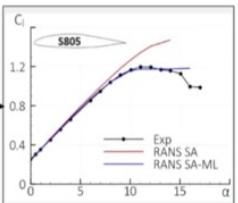
SB05

Exp

RANS SA

RANS SA-ML

α



04.12.2025
Санкт-Петербургский университет Петра Великого
4

Молодые специалисты представили доклады по тематике решения задач моделирования турбулентных течений с отрывом потока при помощи современных подходов, в том числе методов и технологий машинного обучения. Алексей Матюшенко представил доклад на тему «Применение гибкой модели турбулентности GEKO для течений с отрывом потока», а Максим Акунец - «Применение гибридного метода отбора признаков в рамках улучшения моделей турбулентности методами машинного обучения». Были даны примеры численного решения ряда задач с отрывом потока, возникающих в различных отраслях промышленности в области внешней аэродинамики. Доклады вызвали большой интерес и сопровождались содержательными вопросами и оживленными дискуссиями.



Программный комитет выбрал пять лучших работ, в число которых вошел доклад Алексея Матюшенко, отметив их специальными дипломами.

Приглашаем студентов и аспирантов Физико-механического института попробовать свои силы и подать заявку на участие в школе-семинаре осенью 2026 года.



