Научный семинар: «Вычислительный эксперимент (DNS) в исследовании турбулентности»

15 мая в Высшей школе теоретической механики и математической физики состоялся научный семинар А.М. Кривцова, на котором с докладом выступил Николай Васильевич Никитин, д.ф.-м.н., зав. лабораторией общей аэродинамики НИИ механики МГУ имени М.В. Ломоносова.

Большинство течений жидкости и газа в технике и природе происходит в турбулентном режиме. Переход от ламинарного режима течения к турбулентному сопровождается значительными изменениями основных характеристик потока, такими, например, как трение и теплообмен на обтекаемых поверхностях, которые возрастают в разы, а иногда и на порядки. Поэтому развитие средств описания, предсказания и управления турбулентностью является чрезвычайно актуальной задачей.

В последние десятилетия наряду с традиционными экспериментальными и теоретическими методами исследования турбулентных течений получил развитие новый мощный и удобный подход, основанный на результатах численного решения полных уравнений динамики вязкой жидкости – уравнений Навье-Стокса. Этот метод получил название метода Прямого численного моделирования, или DNS (Direct numerical simulation). Он позволяет рассчитывать и анализировать турбулентные течения в их исчерпывающей полноте во всех значимых диапазонах временных и пространственных масштабов. Такие возможности требуют и существенных затрат в ресурсах памяти и производительности используемой вычислительной техники, поэтому применение метода DNS ограничено в настоящее время лишь простейшими конфигурациями и умеренными значениями характерных чисел Рейнольдса. Основное предназначение DNS видится не в определении каких-то средних параметров гидравлического характера, а выявление фундаментальных свойств исследуемых течений, недоступных для изучения другими методами.

В докладе некоторые возможности DNS были показаны на примере обсуждения конкретной проблемы, касающейся установления физических механизмов возникновения и самоподдержания турбулентности в пристенных течениях. На примере исследования интересного гидродинамического объекта, так называемого модельного порыва [1-3], были описаны процессы воспроизведения изучаемого явления в численном расчёте, выделение отдельных структурных составляющих, определения динамических и корреляционных связей между ними. Результатом исследования является полное описание всех деталей механизма самоподдержания колебаний в рассматриваемом течении.