

## Семинар «МИКРО – МАКРО МОДЕЛИ И СУПЕРВЫЧИСЛЕНИЯ»

Научные руководители :

д.ф.м.н, профессор кафедры вычислительных методов

**Богомолов Сергей Владимирович,**

к.ф.м.н, доцент кафедры вычислительных методов

**Есикова Наталия Владимировна**

Академик РАН, профессор кафедры вычислительных методов

**Четверушкин Борис Николаевич,**



Большие сложные системы состоят из малых частей. Это относится к физическим, химическим, биологическим, экономическим, финансовым, социальным объектам. О таком устройстве природы размышляли древние, сегодня нужды высоких технологий и развитие вычислительной техники делают эту проблематику совершенно необходимой. Ключевым вопросом высокопроизводительных вычислений является точность алгоритмов, основанная на качестве вычислительных методов и соответствии математических моделей объектам исследований. Для понимания макроскопической системы нужно спускаться на её микроскопический уровень, точнее, наоборот - на основе «микро» строится «макро» благодаря созданию цепи иерархических, взаимодополняющих моделей. Задача эта непростая, решается она с помощью как чисто математических подходов, так и средствами математического моделирования. Последнее является решающим фактором в достижении реальных результатов.

Исторически, наиболее продвинутой в этом отношении областью науки является газовая динамика. Накопленный здесь опыт в последнее время всё больше используется в других предметных сферах. Газодинамические задачи важны и сами по себе: сегодня они занимают львиную долю компьютерного времени. С другой стороны, имея в своей основе довольно простую картину микроскопического взаимодействия, они показывают, как формируется сложное поведение всей макроскопической системы.

Наиболее естественным, на наш взгляд, вычислительным методом для получения результатов в этом направлении является метод частиц. Он обладает рядом неоспоримых преимуществ, позволяя с единых вычислительных позиций подходить к решению микро – мезо – макро задач. Метод естественным образом моделирует процессы переноса, сохраняя разрывы типа ударных волн; благодаря отсутствию сетки он легко справляется со сложными

геометриями областей,; он дает возможность комбинировать случайные (стохастические) и неслучайные (детерминированные) модели и получать явные локальные алгоритмы, легко реализуемые на архитектурах высокопроизводительных вычислительных комплексов.

Подход к решению этих интригующих проблем начинается с вычислительных экспериментов с простейшими уравнениями переноса. С первых недель студенты спецсеминара самостоятельно делают софт, позволяющий увидеть фундаментальные трудности, и преодолевать их, получая собственные достижения в «микро – макро» творчестве. Органичным образом появляется метод частиц, его стохастические и неслучайные ветви, их взаимное движение. Вскоре студенты выбирают свою интересную задачу, в которую углубляются и теоретически, и практически, развивая свои программные комплексы, обмениваясь идеями с коллегами. Набор компетенций растёт во взаимосвязи со знаниями, получаемыми на других занятиях, включая спецкурсы по выбору. У студентов просыпается любознательность, радость продвижения вперёд, удовольствие от умственного труда, что приводит к более гармоничному ощущению всей учёбы и, значит, к успешным инвестициям в личный интеллектуальный капитал.

Ключевые слова: уравнения Больцмана, Фоккера – Планка – Колмогорова, Навье – Стокса, стохастические дифференциальные уравнения, методы частиц, кинетически – согласованные разностные схемы, параллельные вычисления.