





**Марк Л. Качанов, ведущий ученый лаборатории, доктор физико-математических наук, профессор университета Туфтс (США)**

**Основное содержание проекта:**

Научная работа в лаборатории «Прикладная Микромеханика Разрушения» проводится по двум магистральным направлениям: «механика сплошных сред» и «механика дискретных сред». В рамках направления «Механика сплошных сред» проводятся работы по построению новых микромеханических моделей материалов и сред со сложной внутренней структурой. Аналитические и компьютерные модели, разрабатываемые сотрудниками лаборатории, применяются для описания эффективных упругих и прочностных свойств, разрушения, распространения и взаимодействия множественных трещин, предсказания коэффициентов запаса сложных материалов, определения физических полей в сильно неоднородных средах и др.

Направление «Механика дискретных сред» развивается лабораторией «Прикладная Микромеханика Разрушения» и совместной лабораторией кафедры «Теоретическая Механика» и ИПМаш РАН «Дискретные модели механики». Сотрудниками лаборатории решаются следующие фундаментальные задачи механики дискретных сред:

- разработка законов межчастичного взаимодействия (в т. ч. для частиц с внутренней структурой и вращательными степенями свободы);
- определение зависимости свойств дискретной среды от числа частиц;
- определение взаимосвязи свойств дискретных сред на различных масштабных уровнях;
- установление взаимосвязи между параметрами и свойствами сплошных и дискретных сред.

Аналитические и компьютерные методы механики дискретных сред, развиваемые на кафедре, применяются для описания разрушения, структурных и фазовых переходов; зарождения и распространения трещин; термомеханических свойств кристаллических, аморфных и наноструктурных материалов; волновых и ударных процессов в твердых телах (в т. ч. откол, ударные волны); динамики гранулированных сред и т. д.

Для решения фундаментальных и прикладных задач используются аналитические и численные методы механики сплошных сред и механики дискретных сред. В частности, коллектив лаборатории обладает рядом ноу-хау в применении таких методов как метод динамики частиц, метод дискретных элементов, метод молекулярной динамики, метод граничных элементов, метод гидродинамики сглаженных частиц. Данные методы успешно применялись для моделирования физических процессов в средах с микроструктурой на различных масштабных уровнях, в частности моделирование:

- моделирования гидроразрыва пласта
- моделирования микросейсмичности
- радиационного старения материалов;
- деформирования и разрушения материалов с микроструктурой;
- нагружения конструкций и тросовых систем;
- вибрационного сверления керамики и горных пород;
- работы грануляторов, аппаратов с кипящим слоем, сушилок, мельниц;

спекания, компактирования порошков;  
разрушения металлов и керамических материалов при ударном нагружении;  
образования, деформирования и разрушения наноструктур.

Основным направлением деятельности лаборатории является моделирование поведения материалов со сложной внутренней структурой на нано-, микро-, мезо- и макро-масштабных уровнях. Разрабатываемые модели и алгоритмы применяются для описания технологических процессов, связанных с сильным деформированием и разрушением материалов, а также создания новых материалов с уникальными свойствами

### **Оборудование и программное обеспечение:**

В лаборатории разрабатывается программный комплекс для моделирования методом динамики частиц. Кроме того, имеются лицензии на коммерческие программные пакеты EDEM, ANSYS FLUENT, MATLAB. Крупномасштабные расчеты проводятся на имеющихся у лаборатории супер-ЭВМ КС-ЭВМ-1ТФ (количество – 2; производительность – 1,1 Тфлопс; количество процессорных ядер – 144; частота процессора – 1,9 ГГц; оперативная память 2-8 Гбайт на ядро), а также на супер-ЭВМ межведомственного суперкомпьютерного центра МВС-100К (пиковая производительность 140,16Тфлопс; количество процессорных ядер – 11680; частота процессора – 3 ГГц).

### **Международное сотрудничество:**

Сотрудниками лаборатории организована программа двойной аспирантуры с Технологическим университетом Лаппеенранты (Финляндия). В настоящее время разрабатывается международная магистерская программа “Advanced Dynamics of Discrete and Continuum Systems”. Имеются двусторонние договора о сотрудничестве со следующими иностранными университетами: Технический университет Гамбурга (ТУНН), Технологический университет Лаппеенранты (Финляндия), Лейбниц университет Ганновера (Германия)

Имеются реализованные и новые договоренности по организации двойного обучения (магистратура, аспирантура) с университетами Финляндии (Lappeenranta University of Technology) и Германии (Otto von Guericke University Magdeburg, Leibniz Universitet Hannover) и др., а также регулярно осуществляет стажировки и обмен студентами с университетами Германии (Technical University of Hamburg-Harburg), Австрии (University of Vienna), США (Brown University) и др. (подробнее — [tm.spbstu.ru/International](http://tm.spbstu.ru/International)).

### **Заказчики:**

Сотрудниками лаборатории выполняются НИР и НИОКР в интересах иностранных компаний Weatherford, JORIS IDE, AlpineReplay и Sandia National Laboratories. Имеется многолетний

опыт работ, связанных с нефтедобывающей отраслью, контракты и совместные работы с компаниями Weatherford, British Petroleum, SINTEF Petroleum и зарубежными университетами: Rzeszow University of Technology (Польша), Aberystwyth University и Aberdeen University (Великобритания).

**Контакты:**

Заведующий лабораторией — Кривцов Антон Мирославович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Теоретическая механика»

+ 7 (911) 121 40 35

[akrivtsov@bk.ru](mailto:akrivtsov@bk.ru)