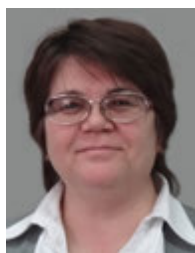


ХVIII ЗИМНЯЯ ШКОЛА ПО МЕХАНИКЕ СПЛОШНЫХ СРЕД



Н.А. Юрлова,
*Институт механики сплошных
сред УрО РАН*

С 18 по 22 февраля 2013 г. прошла XVIII Зимняя школа по механике сплошных сред – традиционное мероприятие Института механики сплошных сред УрО РАН.

Зимняя школа по механике сплошных сред проводилась Институтом механики сплошных сред УрО РАН в восемнадцатый раз. Как правило, она проходит один раз в два года. Специалистам в области механики Школа хорошо знакома, при этом многие из них стараются участвовать каждый раз, когда она проводится. В этот раз в работе Школы приняли участие 306 человек, в том числе 4 академика РАН, 1 член-корреспондент РАН, 55 докторов и 94 кандидата наук, 183 молодых ученых без степени, аспирантов и студентов.

Обширной оказалась география Школы. Участники прибыли из 23 городов различных регионов России, представляя 52 организации, в том числе 18 институтов РАН, 31 университет и 3 отраслевых института: Институт машиноведения УрО РАН (Екатеринбург), Объединенный институт высоких температур РАН (Долгопрудный, Московская обл.), Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН (Москва), Институт вычислительного моделирования СО РАН (Красноярск), Институт электрофизики УрО РАН (Екатеринбург), Нижегородский филиал Ин-

ститута машиноведения им. А.А. Благонравова РАН (Нижний Новгород), Институт проблем механики РАН им. А.Ю. Ишлинского (Москва), Институт проблем машиноведения РАН (Санкт-Петербург), Институт горного дела СО РАН (Новосибирск), Горный институт УрО РАН (Пермь), Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН (Новосибирск), Институт физики Земли РАН (Москва), Институт физики прочности и материаловедения СО РАН (Томск), Институт проблем химической физики РАН (Черноголовка, Моск. обл.), Институт физики металлов УрО РАН (Екатеринбург), Институт машиноведения УрО РАН (Екатеринбург), Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Санкт-Петербургский государственный технический университет, Новосибирский государственный технический университет, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Орловский государственный технический университет, Самарский государствен-

ный технический университет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермский государственный национальный исследовательский университет, Алтайский государственный университет (Барнаул), Южный федеральный университет (Ростов-на-Дону), Уральский государственный университет им. А.М. Горького, Пермская государственная медицинская академия им. ак. Е.А. Вагнера, Сыктывкарский госуниверситет, Пермский государственный гуманитарный педагогический университет, Кубанский государственный университет (Краснодар), Ульяновский государственный университет, Уральский федеральный университет им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина (Екатеринбург), Курский государственный технический университет, Томский государственный университет, Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева (национальный исследовательский университет), Самарский государственный университет, Уральская государственная медицинская академия (Екатеринбург), Северо-Кавказский государственный технический университет (Ставрополь), Удмуртский госуниверситет (Ижевск), Тульский государственный университет, Челябинский госуниверситет, Российский государственный технологический университет (МАТИ) (Москва), Казанский госуниверситет (Казань), Вятский госуниверситет



Н.Ф. Морозов

(Киров), Тверской государственный технический университет, а также ОАО Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники им. Б.Е. Веденеева (Москва), ОАО «Авиадвигатель» (Пермь), ФГУП Государственный НИИ химии и технологии элементоорганических соединений (Москва) и Институт механики сплошных сред УрО РАН. В работе XVIII Зимней школы принял участие проф. Ефим Голдбрайх из Университета им. Бен Гуриона (Беэр Шева, Израиль), расширив рамки Школы до международных, что демонстрирует интерес и зарубежных специалистов к этому мероприятию. Но наибольшее число участников, конечно же, было из университетов и институтов Перми.

Финансовую поддержку конференции оказали Российский фонд фундаментальных исследований и Уральское отделение РАН.

В ходе научного форума были представлены и обсуждены 329 докладов, в том числе 17 пленарных, 234 секционных и 87 стендовых докладов по фундаментальным и прикладным проблемам механики сплошных сред.

Содержание докладов полностью отразило заявленную тематику:

- вычислительная механика сплошных сред;
- связанные задачи механики деформируемого твердого тела;
- физика и механика мезо- и наноструктурных систем;
- конвекция, гидродинамическая устойчивость и турбулентность;
- гидродинамика многофазных сред;
- гидродинамика неньютоновских жидкостей и жидкостей с особыми свойствами;
- междисциплинарные исследования в медицине.

С большим интересом участниками были восприняты пленарные доклады по наномеханике академика РАН Н.Ф. Морозова и д.ф.-м.н. проф. А.М. Кривцова (Санкт-Петербург), о кластерах галактик как уникальном объекте для теории подо-

бия и размерности академика РАН Г.С. Голицына (Москва), о гидродинамике границы газ-жидкость при больших относительных скоростях проф. Е. Голдбрайха (Беэр Шева, Израиль), по мягким магнитным эластомерам д.ф.-м.н. проф. Ю.Л. Райхера (Пермь), по магнитной гидродинамике экстремальных параметров д.ф.-м.н. проф. П.Г. Фрика (Пермь). Академик РАН Б.Д. Аннин (Новосибирск) рассказывал о прочности и деформативности современных материалов в условиях сложного нагружения, а чл.-корр. РАН Е.В. Ломакин (Москва) – об анизотропной пластичности алюминиевых сплавов. Д.ф.-м.н. проф. С.Н. Кульков (Томск) свой пленарный доклад посвятил керамике на основе «нанооксидов»: ее получению, свойствам и биомедицинскому применению.

Описанию электромеханических процессов посредством среды Коссера с микроструктурой был посвящен пленарный доклад д.ф.-м.н. проф. Е.А. Ивановой (Санкт-Петербург), связанным задачам механохимии – д.ф.-м.н. проф. А.Б. Фрейдина (Санкт-Петербург). О реконструкции неоднородных свойств в линейной механике связанных полей рассказывал д.ф.-м.н. проф. А.О. Ватульян (Ростов-на-Дону), о разработке программных комплексов для моделирования широкодиапазонного поведения материалов – д.ф.-м.н. В.А. Скрипняк (Томск), о дифференциальной механике неоднородных жидкостей – д.ф.-м.н. проф. Ю.Д. Чашечкин (Москва).

Два пленарных доклада были посвящены некоторым аспектам проблем прочности и разрушения: коллективному поведению дефектов и сценариям «критичности» при переходе к разрушению (д.ф.-м.н. проф. О.Б. Наймарк, Пермь), влиянию сильной статической и динамической деформации на прочностные свойства металлов и сплавов при динамическом разрушении (д.ф.-м.н. С.В. Разоренов, Черногловка).

Д.ф.-м.н. проф. В.Г. Козлов (Пермь) представил доклад «Вибрационная

динамика легкого сферического тела во вращающейся сферической полости с жидкостью», д.ф.-м.н. проф. П.В. Трусов (Пермь) – «Многоуровневые модели поликристаллических тел: состояние, проблемы, направления развития».

Доклады, вошедшие в программу секции «Вычислительная механика сплошных сред», были посвящены общим вопросам вычислительной механики, вычислительным моделям динамических, физико-механических, геометрически нелинейных, необратимых и техногенных процессов, численному анализу полей напряжений. В них отражены вычислительные аспекты решения задач динамики, колебаний и волн, удара, устойчивости различных механических систем, решения геометрически нелинейных задач, анализа полей напряжений в окрестности концентраторов и полей остаточных напряжений в конструкциях.

Ряд докладов был посвящен вычислительным вопросам моделирования необратимых процессов гидродинамики, теплопроводности, фильтрации, кристаллизации, набухания и разрушения. Представлены вычислительные проекты масштабных техногенных и природных процессов – динамики зданий и гидросооружений, транспортных магистралей и трубопроводов, извержения вулканов.

Значительная часть времени работы секции была уделена вопросам развития численных методов применительно к задачам механики и разработки эффективных алгоритмов распараллеливания вычислений под кластеры с современной архитектурой.

На секции «Связанные задачи механики деформируемого твердого тела» были сделаны доклады по следующим основным направлениям:

- общие вопросы механики сплошных сред;
- модели сложных реологических процессов в деформируемых твердых телах;
- связанные задачи электро- и термомеханики;
- волны в деформируемой среде;

- стохастические методы в механике деформируемого твердого тела;
- макроскопические модели разрушения;
- задачи прочности деформируемых твердых тел;
- макроскопический эксперимент в механике деформируемых твердых тел.

На секции представлены сообщения, отражающие успехи в моделировании механического поведения сложных сред, учитывающих конечные деформации, вязкоупругое поведение, память формы, задачи технологической механики. Большой интерес вызвало обсуждение проблем моделирования свойств электровязкоупругих систем с внешними электрическими цепями. Важным шагом в развитии механики деформируемых сред явились работы, направленные на моделирование технологических процессов с учетом режимов обработки материалов, фазовых переходов и структурных изменений в веществе, химических реакций и их влияния на формирования свойств изделий.

Обсуждены вопросы многоуровневого моделирования двухфазных материалов. Интенсивно развивающимся направлением явились многомасштабное вычислительное моделирование нелинейного деформирования и поврежденности материалов и элементов конструкций, стохастические модели ползучести и длительной прочности элементов конструкций и их приложения к задачам надежности. В серии докладов представлены современные подходы к моделированию разрушения конструкций.

Получила дальнейшее развитие механика процессов в сложных средах, касающаяся моделирования нелинейных локализованных волн деформации в двумерной зернистой среде, распространения упругих волн в слоистых фононных кристаллах, распространения объемных волн в линейной и нелинейной редуцированной среде Коссера, волновых процессов в вязкопластической среде.

Представленные на секции результаты свидетельствуют о высоком уровне вы-



В.П. Матвеевко

полняемых научных работ.

На секции «Физика и механика мезо- и наноструктурных систем» были заслушаны устные и стендовые доклады, посвященные фундаментальным и прикладным исследованиям поведения материалов и конструкций с учетом особенностей процессов деформирования и разрушения на нано- и мезоструктурных уровнях применительно к металлам, керамикам, стеклам, полимерам и композитным материалам в широком диапазоне интенсивностей нагружения и температур.

На секции были представлены доклады, отражающие современные тенденции развития физики и механики твердых тел с учетом многомасштабных механизмов структурной релаксации и разрушения, по следующим направлениям:

- экспериментальные методы мезо- и наномеханики: структурные исследования металлов и сплавов;
- подходы мезо- и наномеханики при изучении поведения сред при интенсивных воздействиях;
- общие проблемы физики и механики мезо- и наноструктурных сред: эксперимент, моделирование;
- теоретические модели мезо- и наномеханики;
- подходы мезо- и наномеханики при

изучении поведения сред при циклических воздействиях: эксперимент, моделирование;

– подходы мезо- и наномеханики при моделировании поведения геоматериалов, композитов, керамик.

Высокий научный уровень имели сообщения, касающиеся анализа многомасштабных эффектов в структурированных средах, исследования деформационных процессов на структурном уровне в полимерных нанокомпозитах, доклады, посвященные моделированию механических свойств в поликристаллических материалах при неупругом деформировании, разработке многоуровневых математических моделей; работы, в которых исследуется неустойчивость и локализация пластической деформации при деформировании и высокоскоростном пробивании, исследования автомоделных закономерностей разрушения в широком диапазоне интенсивностей нагружения.

Актуальными и соответствующими современным мировым тенденциям являются доклады, посвященные исследованию роли закономерностей структурного скейлинга при развитии ансамблей дефектов в механизмах пластичности, переходах от дисперсного к макроскопическому разрушению, проведенные с использованием самых современных методов

структурного анализа.

Доклады, включенные в программу секции «Конвекция, гидродинамическая устойчивость и турбулентность», касались моделей турбулентности; исследований по проблеме генерации магнитных полей потоками проводящей жидкости (МГД-динамо); ламинарных и турбулентных течений жидких металлов под действием бегущего и вращающегося магнитных полей, создания технологических МГД-устройств; получения точных решений уравнений гидродинамики; конвекции во вращающихся слоях и полостях; конвекции в условиях модуляции параметров и вибрационной конвекции; конвекции в стратифицированных средах; численного и лабораторного моделирования конвективных плюмов; численного моделирования трехмерных ламинарных и турбулентных течений.

Большой интерес у специалистов вызвал доклад академика РАН Г.С. Голицына «Коэффициент турбулентной диффузии в атмосфере и на поверхности океана».

В рамках работы секции профессор университета им. Бен Гуриона (Безр Шева, Израиль) Ефим Голдбрайх провел семинар «Гидродинамика границы газ-жидкость при больших относительных скоростях», на котором шло активное обсуждение представленных в докладе методов, подходов и результатов.



В докладах, вошедших в программу секции «Гидродинамика многофазных сред», рассматривались: динамика движения пузырей и капель в различных силовых полях; концентрационно-капиллярная конвекция; моделирование процессов формирования и разложения газовых гидратов; влияние вибраций на поведение жидкости и ее включений; термодиффузия в многокомпонентных смесях; течение жидкости в пористой среде; моделирование массообменных процессов в реках.

В рамках работы секции д.ф.-м.н. проф. Ю.Д. Чашечкин (Институт проблем механики РАН) провел семинар «Аксиоматика механики жидкости», вызвавший большой интерес у специалистов в данной области.

Секция «Гидродинамика неньютоновских жидкостей и жидкостей с особыми свойствами» включала две подсекции: магнитные жидкости и мягкие магнитные эластомеры; механика неньютоновских жидкостей.

Тематика докладов первой подсекции охватывала проблемы структурных и фазовых переходов в дипольных системах, влияния этих переходов на физические и реологические свойства магнитных жидкостей, в частности, на магнитофорез, седиментацию, диффузию частиц. Часть докладов была посвящена изучению магнитомеханики эластомеров, наполненных микро- и наночастицами ферромагнетика и задачам численного моделирования систем взаимодействующих диполей.

Участники Школы провели активное обсуждение сложившейся ситуации, обменялись имеющейся информацией и наметили наиболее перспективные пути исследований в этой области.

Среди устных докладов вызвали интерес работы С.С. Канторович, А.О. Иванова и др. «Низкотемпературная аномалия магнитной восприимчивости дипольного газа», А.Ю. Зубарева «Реологические свойства феррожидкостей со стержнеобразными частицами», А.М. Коноваловой, Ю.Л. Райхера и О.В. Столбова «Потенциал взаимодействия магнитомягких частиц в

однородном внешнем поле», А.С. Иванова, А.Ф. Пшеничникова «Магнитофорез капельных агрегатов вблизи ядра магнитной конденсации», Е.Я. Денисюка «Линейные и нелинейные задачи механики полимерных гелей» – они выделялись не только научной новизной результатов, но и широтой охвата материала и педагогическим мастерством. Эти доклады в полной мере обеспечили обучающую функцию Школы.

В целом работы, представленные на секции, развивают имеющиеся представления о структуре дипольных систем с сильными межчастичными взаимодействиями. Сопоставление их уровня и результатов с мировой практикой в этой области дает все основания утверждать, что российские ученые оказывают существенное влияние на развитие механики и физики дипольных систем. В России по научной тематике, которой посвящена подсекция «Магнитные жидкости» Школы, активно работают сильные группы исследователей в Перми, Екатеринбурге, Москве, Курске, Иваново и Ставрополе.

О популярности тематики секции свидетельствует большое количество молодежи среди авторов представленных докладов, как стендовых, так и значительной части устных: в общей сложности, выступили около 30 молодых ученых, аспирантов и студентов.



А.О. Иванов

На второй подсекции представлены результаты по исследованию в области существования точных аналитических решений при моделировании плоскопараллельных течений нелинейных упруговязких жидкостей, а также экспериментальные и теоретические исследования процессов течения пластически деформируемых пористых сред, наполненных жидкостью, в приложении к процессу экструзионной переработки сельскохозяйственной продукции, включая производство биотоплива.

Участники Школы провели активное обсуждение результатов, обменялись информацией и наметили наиболее перспективные пути исследований в этой области. Представленные исследования имеют научную ценность и практическую значимость в промышленности и сельском хозяйстве.

С большим успехом прошла работа секции «Междисциплинарные исследования в медицине», в рамках которой заслушаны доклады по четырем направлениям: физико-механические свойства зубных эмалей и тканей; гидродинамика центрального и периферического кровообращения; поверхностная активность легочных сурфактантов, биомеханические модели тканей человека.

Секция привлекла внимание механиков, биомехаников и медиков, так как указанные направления докладов являются важными и актуальными с точки зрения мировой науки. Проведенные исследования, направленные на разработку новых диагностических методик, носят как фундаментальный, так и прикладной характер.

Результатом экспериментальных работ по поверхностной активности легочных сурфактантов является создание новой неинвазивной методики сбора сурфактанта, которая позволяет получать более точные данные по хроматографии, по сравнению с общепринятой методикой, и проводить тензиометрический анализ.

Серия работ по исследованию низкочастотных колебаний кожной температуры была направлена на разработку нового

метода определения эндотелиальной дисфункции. В докладах была показана эффективность такого метода при исследовании сахарного диабета. Исследование колебаний кожной температуры также применяется для диагностики раковых опухолей.

Биомеханическое моделирование тканей человека имеет важное прикладное и фундаментальное значение, что было отражено в обзорном докладе Ю.И. Няшина о развитии концепции виртуального физиологического человека. Это сравнительно новое междисциплинарное направление активно развивается, получен ряд значимых результатов.

По материалам докладов издан сборник тезисов «XVIII Зимняя школа по механике сплошных сред. Пермь, 18–22 февраля 2013 г. Тезисы докладов. Пермь-Екатеринбург, 2013. 398с. ISBN 978-5-7691-2349-8».

Всю неделю в аудиториях царил живая и доброжелательная атмосфера, насыщенная передовыми научными идеями. Блестящие пленарные и секционные доклады ведущих российских ученых существенно расширили представление слушателей о наиболее актуальных вопросах современной механики сплошных сред.

Доклады участников продемонстрировали существенный прогресс в разработке комплексных моделей поведения сплошных сред и в использовании их для исследования реальных процессов, а также наличие и активное применение исследователями самой современной вычислительной и экспериментальной техники для получения представленных результатов.

Более половины участников – молодые ученые, аспиранты и студенты, и это позволяет считать, что обеспеченность кадрами высшей квалификации научных направлений, определенных тематикой Зимней школы, вполне достаточна.

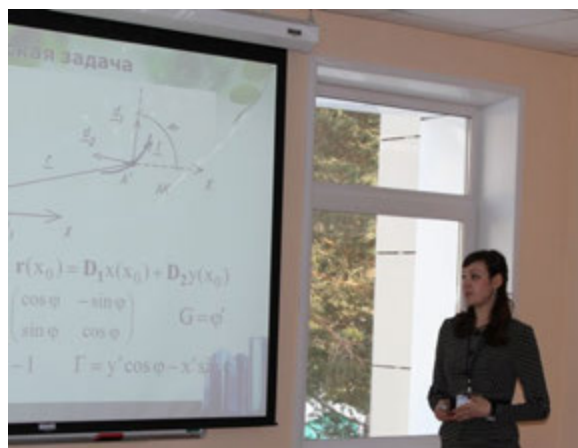
Необходимо отметить, что большинство результатов научных исследований, представленных на Школе, выполнялись при финансовой поддержке Российского

фонда фундаментальных исследований.

Практически все указанные направления исследований весьма актуальны в современной механике сплошных сред, о чем свидетельствует возрастающее количество публикаций в ведущих российских и зарубежных журналах.

Традицией Зимних школ стало и выступление Камерного хора преподавателей и сотрудников Пермского национального исследовательского политехнического университета, чьи концерты всегда проходят с большим успехом.

Участники Школы отметили высокий научный уровень, хорошую организацию и интенсивность работы, актуальность пленарных и устных докладов, возмож-



ность широкого и глубокого обсуждения вынесенных в программу вопросов специалистами по различным направлениям механики сплошных сред.



THE 18th WINTER SCHOOL ON THE CONTINUOUS MEDIA MECHANICS

N.A. Yurlova

The 18th Winter School on the Continuous Media Mechanics – a traditional event – was held on 18–22 February 2013 in the Institute of Continuous Media Mechanics of UB RAS.

Сведения об авторах

Юрлова Наталья Алексеевна, кандидат физико-математических наук, ученый секретарь, Институт механики сплошных сред УрО РАН (ИМСС УрО РАН), 614013, г. Пермь, ул. Академика Королева, 1; e-mail: yurlova@icmm.ru

Материал поступил в редакцию 18.03.2013 г.