

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПЕРМСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ



И.Ю. Зубко,
кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры «Математическое
моделирование систем и процессов»,
Пермский государственный технический
университет

Сегодня ни одно масштабное научное исследование, ни один крупный технический проект не обходятся без полноценного применения математического моделирования – синтетической области знаний, ставшей одной из наиболее перспективных методологий решения важнейших фундаментальных и прикладных задач. Школа математического моделирования физико-механических процессов, сложившаяся в Пермском государственном техническом университете, имеет довольно продолжительную историю и внесла свой вклад в формирование методологии математического моделирования широкого спектра систем и процессов в области естественных наук. В статье приводятся основные вехи становления школы, настоящего состояния и перспектив развития.

О МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ И ИСТОРИИ ЕГО РАЗВИТИЯ В ПЕРМИ

Понятие «*математическое моделирование*» в последние десятилетия стало одним из самых распространенных в научной литературе, по крайней мере, – в естественно-научной и технической. Сегодня трудно представить себе проектную или конструкторскую организацию, не использующую в своей практике в той или иной мере математические модели. Все более распространенным и эффективным становится применение математического моделирования в научных исследованиях. Подавляющее большинство известных автору диссертационных работ по специальностям технических и физико-математических наук связано с разработкой и использованием соответствующих

математических моделей. Можно констатировать, что математическое моделирование уже оформилось в отдельную междисциплинарную область знаний с присущими ей объектами, подходами и методами исследования.

С процессом моделирования и различного рода моделями объектов, процессов, явлений любой ученый сталкивается, начиная со знакомства, проникновения в свою область исследований. Так, первоначальные понятия, определения, статьи с описанием результатов экспериментов, гипотезы о возможных механизмах явлений представляют собой модели этих явлений, выраженные с помощью языковых конструкций; представление эксперимен-

тальных данных в виде графиков или таблиц – это тоже модели, выраженные графическим способом или с помощью цифр. Без преувеличения можно утверждать, что в своей работе любой исследователь имеет дело исключительно с моделями тех или иных реальных объектов, процессов, явлений. При этом один и тот же объект воспринимается различными людьми по-разному. Это восприятие, мысленный образ объекта также является разновидностью его модели (так называемой *когнитивной моделью*) и существенным образом зависит от множества факторов: качества и объема знаний, области работы исследователя, особенностей мышления, эмоционального состояния конкретного человека «здесь и сейчас» и от множества других причин, зачастую недоступных рациональному осознанию.

Можно ли обойтись на практике без применения тех или иных видов моделей? Очевидный ответ – нет! Конечно, можно предложить новый технологический процесс «из головы» (без предварительных расчетов, чертежей, экспериментальных образцов, то есть используя только единственную «идеальную» модель, существующую «в голове» исследователя). Однако едва ли он будет достаточно эффективен и надежен. Единственным его достоинством можно считать его уникальность. Ведь даже автор в результате реализации предложенного процесса получит некоторый опыт, который обязательно изменит «идеальную» модель, сложившуюся ранее в его «голове».

Если принято решение о разработке новой математической модели исследуемого объекта, то начинается подготовка списка вопросов, на которые должна ответить модель. Такая подготовка зачастую является самостоятельной проблемой, требующей для своего решения участия специалистов со специфическими знаниями и способностями. Они должны не только хорошо разбираться в предметной области, к которой относится объект моделирования, знать возможности современной математики и вычислительной техники, но и быть достаточно коммуникабельными, должны уметь общаться с людьми, в том числе уметь на одном языке разговаривать с практиками, хорошо

«чувствующими» объект моделирования, особенности его поведения. Подобных специалистов называют *постановщиками задач*. Источником информации для постановщика могут служить беседы с заинтересованной в разработке модели стороной (например, представителями промышленности), имеющиеся сведения об объекте моделирования (в особенности данные экспериментальных исследований), а также модели, разработанные ранее.

На основании анализа всей собранной информации постановщик задачи должен сформулировать такие требования к будущей модели, которые бы максимально удовлетворяли заинтересованную сторону, но в то же время реализация модели была бы осуществима в заданные сроки в рамках доступных материальных ресурсов. Специалисты-постановщики должны обладать способностью из большого объема слабо формализованной разнообразной информации об объекте моделирования, из различных, нечетко высказанных и сформулированных пожеланий и требований к будущей модели, выделить то главное, что может быть действительно реализовано.

Из перечисленных требований к постановщикам задач видно, насколько велика ответственность, возложенная на них, и насколько могут быть тяжелы ошибки и просчеты, допущенные ими. Неправильная оценка срока и стоимости реализации требуемой модели может привести к неудаче всего проекта, к напрасной потере времени и средств. Специалисты, предрасположенные к работе в качестве постановщиков задач, особенно ценятся и являются, без преувеличения, золотым фондом научных коллективов. По этому поводу Г. Биркгоф отмечает, что прикладники-математики, «*способные к глубокому общению с другими учеными и инженерами и знакомые с мощью и ограничениями цифровых машин, ... призваны стать вождями завтрашнего математического мира, но их будет крайне трудно найти и развить*». С учетом данного высказывания и имея в виду конечную цель деятельности рабочей группы – построение математической модели, – представляется целесообразным

рекомендовать в качестве руководителя группы именно прикладника-математика, специалиста по математическому моделированию. В настоящее время во многих вузах созданы отдельные специальности по подготовке специалистов в области математического моделирования. В нашей стране одним из первых университетов, открывшим специализацию «Математическое моделирование» на базе специальности «Прикладная математика и информатика», оказался Пермский государственный технический университет.

Первые мысли о создании такой специальности и кафедры, на которой бы велась подготовка прикладников-математиков с хорошим базовым механическим и физическим образованием появились еще в 1978 году в коллективе пермских ученых-механиков, выпускников кафедры динамики и прочности машин ПГТУ, инициированные Петром Валентиновичем Трусовым (сегодня он – доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ). Затем был довольно длинный период обсуждений базисных положений, установок кафедры с научными сотрудниками, среди которых были такие известные ученые, как А.А. Ильюшин (чл.-корр. АН СССР), А.А. Поздеев (чл.-корр. АН СССР), В.П. Матвеев (ныне – академик РАН), Р.А. Васин (профессор МГУ), И.Н. Шардаков (профессор, заведующий лабораторией ИМСС УрО РАН) и многие другие. Уже на стадии проекта в основу ставилась подготовка будущих научных сотрудников в области математического моделирования физико-механических систем и процессов, ориентированных на работу в академических институтах, на кафедрах вузов, в КБ и НИИ.

На первом этапе ставилась задача подготовки научных сотрудников для будущей кафедры. Эта работа велась в рамках фундаментальной и договорной тематики на кафедре теоретической механики (зав. кафедрой – профессор Ю.И. Няшин), которая в определенном смысле может считаться одним из «родителей» новой кафедры. Невозможно переоценить влияние на формирование научных взглядов сотрудников и представлений о траектории развития кафедры чл.-корр. АН СССР

А.А. Поздеева, основавшего 1964 году кафедру «Динамика и прочность машин» (ДПМ). Кадры для новой кафедры «Математическое моделирование систем и процессов» готовились из выпускников специальности ДПМ, так что эта кафедра внесла существенный вклад в становление математического моделирования в Перми, которое вполне можно считать частью наследия А.А. Поздеева.

Александр Александрович Поздеев, известный советский ученый-механик, автор 8 монографий и более 150 статей, родился 28 марта 1926 года в г. Златоусте Челябинской области в семье служащего. После окончания в 1949 году Уральского



Член-корреспондент АН СССР А.А. Поздеев

политехнического института по специальности «Обработка металлов давлением» он распределился в город Иркутск на завод тяжелого машиностроения. В 1954 году Александр Александрович возвращается в УПИ, защищает кандидатскую, а в 1961 году – докторскую диссертацию. В 1962 году он утвержден в ученом звании профессора. Пермский период деятельности А.А. Поздеева начинается в 1964 году с организации в Пермском политехническом институте кафедры «Ди-

намика и прочность машин», которой он заведовал с 1964 по 1972 год. В 1971 году им создан Отдел физики полимеров Уральского научного центра АН СССР. В 1973 году А.А. Поздееву присваивается

звание заслуженного специалиста в области прикладной математики, как академик АН СССР А.А. Самарский, чл.-корр. АН СССР С.П. Курдюмов, чл.-корр. АН СССР А.А. Ильюшин.



Академик АН СССР А.А. Самарский

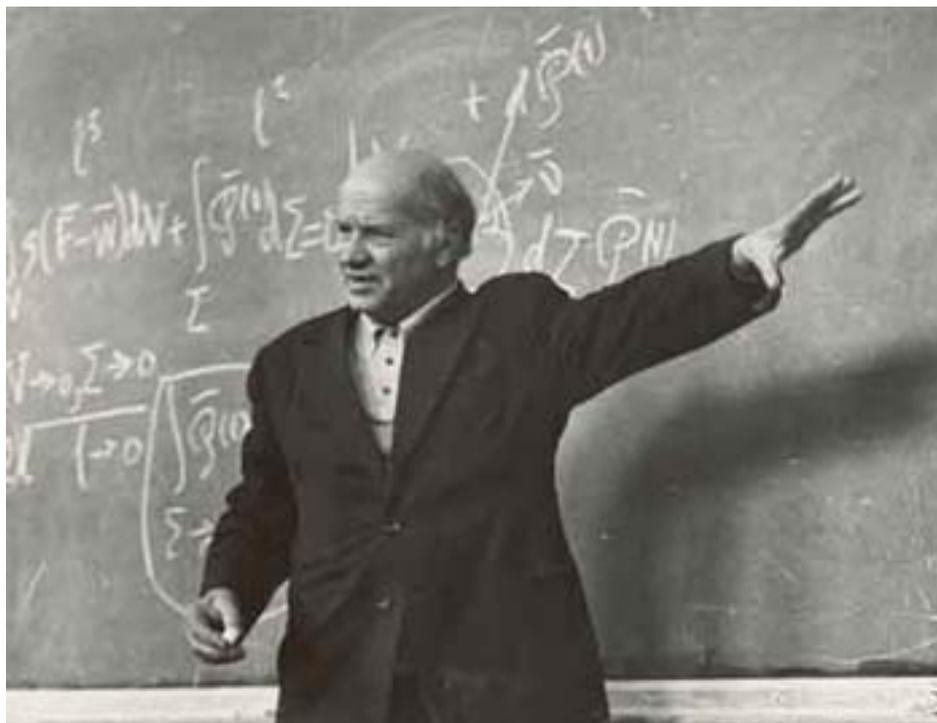
звание заслуженного деятеля науки и техники РСФСР. В 1980 году Отдел физики полимеров реорганизуется в Институт механики сплошных сред УрО АН СССР и А.А. Поздеев становится его директором. В 1981 году он избирается членом-корреспондентом АН СССР.

С 1989 года началась работа по реализации замыслов о создании кафедры математического моделирования. Следует заметить, что как в те времена, так и сейчас отношение к открытию в технических вузах кафедр физико-математического профиля положительным не назовешь. В вузовских кругах считается, что фундаментальные науки – удел классических университетов. В связи с этим понадобилась большая работа по обеспечению поддержки предложения о создании подобной кафедры в тогда еще Пермском политехническом институте. Каждое письмо с поддержкой требовало неоднократных встреч, переговоров, убеждений. Была получена поддержка таких замеча-



Член-корреспондент АН СССР С.П. Курдюмов

Один из важнейших вопросов, возникших на этой стадии, – из кого готовить будущих специалистов по математическому моделированию? Конечно, в Перми были и есть школы и специализированные классы с хорошей физико-математической подготовкой, но, к сожалению, большая их часть традиционно ориентирована на ПГУ. В связи с этим был разработан проект создания «Политехнической школы» при ППИ. Довольно быстро «Политехническая школа» трансформировалась в Лицей №1 при ППИ и под руководством Л.И. Лурье резко «набрала обороты». Несколько забега вперед, следует отметить, что, начиная с первого выпуска лицея в 1991 году, от 30 до 50 % первокурсников, выбравших специальность математического моделирования, являются выпускниками лицея. Кафедра и в настоящее время стремится поддерживать тесные связи с лицеем, многие выпускники кафедры в настоящее время являются преподавателями лицея.



Член-корреспондент АН СССР А.А. Ильюшин

Следует отметить существенную помощь и поддержку ректората ППИ в становлении кафедры. Благодаря этому первый набор на специализацию математического моделирования (20 человек) был осуществлен еще в 1990 году, когда формальные вопросы с открытием специальности еще не были решены (в 1996 году набор был увеличен до 25 человек, а с 2001 года – до 35). В 1992 году наконец была получена лицензия на право подготовки специалистов по специальности 010200 «Прикладная математика» (в настоящее время направление подготовки и специальность называются несколько иначе – «Прикладная математика и информатика»). В том же году, 2 июля, ректором ПГТУ, чл.-корр. РАН А.А. Бартоломеем был подписан приказ о создании кафедры «Математическое моделирование систем и процессов». Согласно этому приказу кафедре были выделены площади, вычислительная техника, аудитории, часть из которых и доныне закреплены за кафедрой. Первоначально на кафедру были выделены одна ставка заведующего кафедрой, одна ставка доцента, две ставки учебных мастеров. Кроме того, в состав кафедры вошли аспиранты заведующего. В общей сложности первоначально на кафедре было всего 8 сотрудников.

Всеми работами по созданию «идеальной модели кафедры», очертанию ее перспектив, наконец, по открытию кафедры руководил ученик А.А. Ильюшина и А.А. Поздеева Петр Валентинович Трусов, который с момента ее основания и по сегодняшний день является заведующим кафедрой.

П.В. Трусов в 1972 году закончил специальность ДПМ, а с 1975 года выполнял исследование в аспирантуре на кафедре теоретической механики МИСиС. В 1978 году он защитил кандидатскую диссертацию (канд. техн. наук, МИЭМ). В 1987 году была успешно защищена докторская диссертация (д-р физ.-мат. наук, МГУ). Основная область научных интересов П.В. Трусова – это разработка и применение математических моделей в актуальных задачах нелинейной механики и мезомеханики. Результатами его работы на сегодняшний день являются 3 монографии и свыше 200 статей. В 1998 году Петр Валентинович получает звание заслуженного деятеля науки РФ. За это время им подготовлено 3 доктора и более 20 кандидатов наук. Благодаря его усилиям в ПГТУ был открыт диссертационный совет по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (2008 г.),

председателем которого является П.В. Трусов.

Учитывая нацеленность на подготовку научных сотрудников, с момента основания кафедры огромное внимание уделялось различным формам вовлечения сту-



Заведующий кафедрой «Математическое моделирование систем и процессов» П.В. Трусов

дентов в научную деятельность. Кроме традиционной индивидуальной работы с научными руководителями была организована работа еженедельных студенческих семинаров по трем научным направлениям, на которых студенты 3–6-го курсов имеют возможность обсуждать свою научно-исследовательскую работу и результаты работы своих коллег.

Весьма эффективной формой, несущей ко всему прочему мощный эмоциональный заряд, стали регулярные приглашения на кафедру и в целом в университет ведущих, активно работающих ученых России. В разное время на кафедре читали циклы лекций такие замечательные ученые, как известный математик профессор Николай Викторович Азбелев (ПГТУ, Пермь), известные специалисты в механике и физике деформируемого твердого тела профессор Владимир Иванович Астафьев (СамГУ, Самара), Рудольф

Алексеевич Васин (МГУ, Москва), Юрий Михайлович Давыдов (Москва), Владимир Иванович Ерофеев (ННГУ, Нижний Новгород), Михаил Петрович Кашенко (Екатеринбург), Анна Георгиевна Князева (ИФПМ СО РАН, Томск), Владимир Александрович Лихачев (СПбГУ), Сергей Альбертович Лурье (ВЦ РАН, Москва), Евгений Александрович Митюшов (УГТУ-УПИ, Екатеринбург), Олег Борисович Наймарк (ИМСС УрО РАН, Пермь), Борис Ефимович Победря (МГУ, Москва), Александр Иванович Потапов (ННГУ), Сергей Юрьевич Славянов (СПбГУ), Валерий Владимирович Стружанов (Имаш УрО РАН, Екатеринбург), Александр Борисович Фрейдин (СПбГУ), Петр Готлобович Фрик (ИМСС УрО РАН, Пермь), Виктор Карлович Хеннер (ПГУ, Пермь).

Курс на подготовку научных сотрудников отразился и на кадровой политике кафедры: с момента ее основания и по настоящее время более 25 % ставок кафедры закреплены за активно работающими учеными ИМСС УрО РАН (директор – академик РАН В.П. Матвеев). В настоящее время к научно-образовательной деятельности кафедры привлечены такие известные в стране и за рубежом научные сотрудники ИМСС, как доктора наук, профессора О.Б. Наймарк, А.А. Роговой, О.И. Скульский, Р.А. Степанов, П.Г. Фрик, И.Н. Шардаков. Помимо преподавания на уровне «переднего края» науки, все они активно занимаются научной работой со студентами, под их руководством более десяти выпускников специальности стали кандидатами наук, а трое (М.А. Кулеш, О.А. Плехов, Р.А. Степанов) уже защитили докторские диссертации (физико-математические науки).

Одним из масштабных мероприятий в рамках НИРС, задуманных как неотъемлемая составляющая функционирования школы, является организация и проведение (начиная с 1992 года) ежегодных школ-конференций по математическому моделированию в естественных науках. Основателей у этой конференции было немало – помимо кафедры математического моделирования систем и процессов Пермского государственного технического университета, в их число вошли Ин-

ститут механики сплошных сред Уральского отделения Академии наук (ИМСС УрО РАН), Московский государственный университет, Министерство образования и науки РФ, Администрация Пермской области.

Рождение конференции проходило на комфортабельном четырехпалубном теплоходе «Владимир Маяковский» на пути от Перми до Самары и обратно. В то время молодежная конференция такого уровня была единственной в нашей стране, и ее участниками были студенты, аспиранты, молодые кандидаты и доктора наук из Перми, Москвы, Санкт-Петербурга, Новосибирска, Томска, Нижнего Новгорода, Ростова-на-Дону, Владивостока, Екатеринбургa, Самары, Ижевска, Уфы и других городов России. Приезжали и старшие коллеги – известные ученые России (математики, механики, физики), многие из них представляли лекции о проблемах, стоящих на передовом крае современной науки, о методах и подходах, развиваемых сегодня в научных школах России. Традиционно на конференцию в качестве слушателей приглашались все студенты первого курса «Математического моделирования» ПГТУ, так что они с самого начала могли видеть, к чему стремиться. Кроме того, обычно на теплоходе одновременно проходили мероприятия лицезистов и школьников Перми (лекции по дополнительным разделам математики и физики, олимпиады, математические бои, в том числе против команды младшекурсников), и там они имели уникальную возможность приобщиться «вживую» к современной науке. Так продолжалось пять лет подряд. С 1997 года конференции (а позднее – школы-конференции) стали «сухопутными», с выездом в дома отдыха или санатории-профилактории Пермского края. Доброй традицией конференции является проведение после заседаний и научных дискуссий интеллектуальных турниров между командами участников конференции, спортивных игр (футбол, волейбол, большой и настольный теннис), вечера знакомств, на котором представители каждого города выступают с театральными миниатюрами – приветствием от города. На теплоходах проводился и

конкурс КВН между командами студентов-участников конференции из Перми и приезжих молодых ученых. Все это создавало и создает дружескую атмосферу, располагающую к общению на равных, особенно к неформальному обсуждению современных научных проблем.

С самого начала существования кафедры огромное внимание уделялось подготовке научных сотрудников. Уже в 1993 году состоялась первая защита кандидатской диссертации аспирантом кафедры. Всего с момента основания кафедры по настоящее время подготовлено 22 кандидата (11 из них – физико-математических наук) и 3 доктора наук.

18–20 июня 1996 года состоялись защиты дипломных работ «первенцев» кафедры. Несмотря на весьма жесткие требования, из 15 работ 13 были защищены на «отлично», две – «хорошо». Почти в полном составе первая группа (ММ–90) направилась к дальнейшим высотам – в аспирантуру. К настоящему времени из 15 выпускников 8 стали кандидатами наук. Первые два выпуска готовились по 6-летней программе, в дальнейшем перешли на 5,5 лет обучения, а с набора 1997 года специалисты стали обучаться 5 лет. В том же году состоялся первый выпуск бакалавров прикладной математики и информатики (гр. ММ–93). Однако открытие магистратуры состоялось только через год – для этого пришлось напрямую обращаться в Министерство образования. Первый выпуск магистров состоялся в 2000 году и насчитывал всего 4 человека (двое из выпускников – кандидаты наук, один готовится к защите). В дальнейшем число поступающих в магистратуру постепенно увеличивалось, в настоящее время на каждом курсе магистратуры обучаются по 11 студентов. Кроме того, начиная с 2006 года один-два выпускника бакалавриата направляются в магистратуру совместной подготовки Санкт-Петербургского и Мюнхенского университетов с получением двух дипломов магистра. К настоящему времени из 230 выпускников кафедры кандидатами наук стали 39 человек, трое защитили докторские диссертации.

НАПРАВЛЕНИЕ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ КАФЕДРЫ

В значительной степени тематика научных исследований кафедры математического моделирования была заложена еще А.А. Поздеевым, который внес весомый вклад в развитие теории упругости, пластичности и длительной прочности, теории обработки металлов давлением, механики полимерных и композиционных материалов, динамики вязкой жидкости.

С начала работы кафедры и по сегодняшний день основным научным направлением школы математического моделирования, развиваемым под руководством П.В. Трусова, является решение одной из наиболее трудных и важных проблем механики деформируемого твердого тела – создания конститутивных моделей, служащих для описания поведения материалов в широком диапазоне воздействий (деформационных, температурных и т.д.). Без достаточно адекватных моделей материалов невозможны постановка и решение задач разработки новых и совершенствования существующих технологий обработки материалов, создания оптимальных деталей и конструкций. Заметный вклад внесен коллективом школы (главным образом это сотрудники кафедры) в развитие теории больших неупругих деформаций твердых тел, необходимых для анализа процессов обработки металлов давлением. В настоящее время усилия научной школы кафедры математического моделирования сконцентрированы на разработке многоуровневых конститутивных моделей на стыке механики и физики неупругого деформирования твердых тел, главным образом металлов. Одной из важнейших особенностей таких моделей является фундаментальная и нерешенная на сегодня проблема разработки подходов к описанию образования и эволюции внутренней микроструктуры деформируемого тела и ее влияния на макроскопические свойства материалов. К другим особенностям относятся способность моделей работать в условиях больших неупругих деформаций, использование соответствующих разделов нелинейной механики сплошных сред, разработка и реализация численных методов

решения таких задач.

Значительное внимание на кафедре уделяется работе над моделями реальных технологических процессов. Опыт работы научной школы показывает, что при решении, казалось бы, приземленных задач исследования конкретных технологических процессов необходим немалый интеллект, фундаментальность знаний и разрабатываемых математических моделей. Задачи, предлагаемые реальным производством, неизмеримо сложнее тех, что можно придумать в тишине кабинетов. В связи с этим кафедра всегда уделяла огромное внимание работам с предприятиями металлургического и оборонного комплексов. Возникающие при этом задачи требуют для решения создания новых высокопроизводительных, эффективных алгоритмов численных расчетов, ориентированных на использование многопроцессорной техники.

Ядром моделей исследования технологических процессов являются конститутивные модели, значительная часть которых для исследуемых сред в настоящее время еще не сформирована, и их приходится разрабатывать, анализировать, проверять по имеющимся экспериментальным данным. Эта задача не является новой для сотрудников – коллектив кафедры имеет более чем 30-летний опыт разработки определяющих соотношений теории пластичности, позволяющих описывать процессы глубокого пластического деформирования с учетом геометрической нелинейности и сложности нагружения, и решения задач об исследовании реальных технологических процессов обработки материалов, имеет контакты с известными в России и за ее пределами школами механиков-экспериментаторов. Более 20 лет коллектив научной школы работает в области построения двухуровневых конститутивных моделей представительного объема поликристалла макро- и мезоуровня с использованием физических теорий упругопластичности и упруговязкопластичности. Около 10 лет сотрудники кафедры занимаются построением моделей с использованием имитационного подхода для описания формирую-

щихся в деформируемом поликристалле дислокационных микроструктур.

В истории научных исследований кафедры оставили свой след и результаты, полученные при изучении образования структуры фрагментов разориентации решетки, разделенных полосами локализации деформации, подвергаемых большим деформациям в условиях атермической пластичности металлических кристаллов. Были построены и изучены модели этого явления, основанные на представлении среды в виде геометрически-нелинейного упругопластического континуума Коссера. Точки такого континуума отождествлялись с дислокационными ячейками с вмороженной в них кристаллической решеткой. Для исследования поведения представительного объема поликристалла на мезоуровне применялись методы прямого моделирования, позволившие проанализировать механизмы пластического деформирования на уровне зерна. В багаже кафедры находится и разработанная сотрудниками трехуровневая модель структурной сверхпластичности. На основе метода клеточных автоматов и дислокационной динамики были созданы модели для описания эволюции дислокационных субструктур при сложном нагружении. Все полученные результаты обладают научной новизной мирового уровня, а школа кафедры хорошо известна как в России, так и за рубежом.

Сотрудниками кафедры подготовлено к изданию 5 монографий и более 20 учебных пособий. Отдельное место среди последних занимает написанное коллективом кафедры учебное пособие (с грифом Министерства образования и науки РФ) «Введение в математическое моделирование». Это пособие ежегодно переиздавалось в издательстве «Логос» с 2004 по 2007 год.

На кафедре функционируют аспирантура и докторантура по двум специальностям (01.02.04 – Механика деформируе-

мого твердого тела и 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ). Готовятся новые кандидатские и докторские диссертации по современным проблемам механики и физики неупругого деформирования твердых металлических тел. Кафедра отвечает за подготовку одного из четырех выпусков периодического журнала «Вестник ПГТУ. Механика», в котором публикуются многие ведущие ученые РФ.

В техническом университете с 2008 года на постоянной основе действует диссертационный совет по специальности 05.13.18 (в 2004–2005 годах диссертационный совет работал в ранге разовых защит), в котором к настоящему времени успешно защитились 9 кандидатов физико-математических и технических наук и 1 доктор физико-математических наук.

Объемы получаемых на кафедре грантов и договоров с предприятиями Пермского края постоянно увеличиваются, новые задачи буквально сами находят коллектив научной школы, приходят новые аспиранты, растет багаж решенных научных проблем, готовятся новые статьи и монографии, так что работа школы находится на подъеме. В ближайших планах стоят защиты двух докторских диссертаций, планируется внедрение новых технологий обучения и коммуникаций и расширение научного семинара кафедры. Нить, сплетаемая из новых научных идей, результатов и открытий, подхваченная в недавнем прошлом у великих ученых механиков и математиков (А.А. Поздеева, А.А. Ильюшина, их коллег и учителей), продолжает сплетаться в узор современных научных знаний о Природе школой математического моделирования П.В. Трусова и его учеников. И эта тяга к неустанному поиску Истины передается далее – новым поколениям, приходящим на кафедру в пермскую школу математического моделирования.