

2. Степанов Р.А., Масич А.Г., Масич Г.Ф. Инициативный проект «Распределенный PIV» // Научный сервис в сети Интернет: масштабируемость, параллельность, эффективность: тр. всерос. суперкомпьютерной конф. – М.: Изд-во МГУ, 2009. – С. 360–363.

3. Инфраструктура распределенного эксперимента / А.Г. Масич (и др) // XVI конф. представителей региональных научно-образовательных сетей «RELARN-2009»: тез. докл. – М.–СПб, 2009. – С. 58–60.

4. Adrian R.J. Scattering particle characteristics and their effect on pulsed laser measurements of fluid flow: speckle velocimetry vs. particle image velocimetry // Appl. Opt. 1984. Vol. 23. Pp. 1690-1691.

5. Dykstra P. Protocol Overhead. – URL: <http://sd.wareonearth.com/~phil/net/overhead/>.

**¹В.П.Матвеев, ¹Р.А. Степанов, ¹Б.И. Мызникова,
¹И.Э. Келлер, ²М.Г. Бояршинов**

¹ Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь

² Пермский государственный технический университет

ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ МАГИСТРАТУРЫ ПО ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ В МЕХАНИКЕ В ПЕРМСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Пермский край известен высокоразвитыми горнодобывающим, химическим, металлургическим, строительным комплексами, машино- и приборостроением. На предприятиях края осуществляется разработка и производство наукоемкой продукции, в том числе авиационных и ракетных двигателей, газотурбинных установок, артиллерийских систем, оборудования для добычи нефти, оптоволоконных гироскопов, новых материалов на основе порошковых нанокompозиций. Естественно, что в пермских инженерных и научных коллективах возникают задачи обработки информации, математического моделирования, проектирования и оптимизации

указанных процессов, требующие применения высокоэффективных вычислительных алгоритмов и масштабных вычислительных работ. Поэтому в Пермском государственном техническом университете создан Центр ВВС, оснащенный мощным вычислительным кластером. В связи с этим стала чрезвычайно актуальной задача профессиональной подготовки магистров, способных квалифицированно разрабатывать алгоритмы и программные коды для существующей техники.

С 2010 года в Пермском государственном техническом университете открыт набор в магистратуру «Высокоэффективные вычислительные технологии» по направлению 150300 «Прикладная механика». Квалификационное требование, которому должен удовлетворять выпускник магистратуры, – подготовка к эффективному численному решению широкого спектра связанных краевых задач механики сплошной среды, описывающих физические процессы различной природы, с помощью известных (коммерческих) либо созданных самостоятельно пакетов программ и сред параллельных вычислений на кластерах ПГТУ, ИМСС и других российских вычислительных центров.

В магистратуру предполагается принимать не только бакалавров и специалистов направления 150300 «Прикладная механика», но и других направлений серии 15****, направлений «Прикладная математика и информатика», «Информатика и вычислительная техника» (при условии успешной сдачи вступительного междисциплинарного экзамена) ввиду широкой востребованности специалистов в области выполнения высокоэффективных вычислительных работ. Естественное различие начальных условий образования магистрантов планируется нивелировать номенклатурой и содержанием дисциплин, индивидуальной работой со студентами и значительными объемами самостоятельной работы студентов под руководством профессорско-преподавательского состава ПГТУ и высококвалифицированных сотрудников научных учреждений Пермского центра Уральского отделения Российской академии наук.

Учебный план магистерской программы¹ включает следующие дисциплины, распределенные по четырем блокам (с указанием доли блока в процентах от общей аудиторной учебной нагрузки):

№	Наименование дисциплины	Аудиторных часов в неделю	Семестр
1.	Естественно-научный блок (20 %):		
	Модели механики сплошных сред	6	I–III
	Уравнения математической физики (спецразделы)	3	II
2.	Численные методы (30 %):		
	Вычислительные методы линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления	2	I
	Сеточные, проекционные и спектральные методы решения задач	6	II–III
	Пакеты прикладных вычислений механики сплошных сред	4	IV
3.	Программирование и параллельные вычисления (30 %):		
	Алгоритмические языки C++ и FORTRAN	2	I
	Технологии и пакеты распараллеливания задач	10	I–III
4.	Гуманитарный блок (20 %):		
	История и методология прикладной механики	4	I
	Английский язык в научном общении	4	I–II
	Педагогика	1	I

По всем дисциплинам второго и третьего блоков предусмотрено выполнение курсовых работ.

Дисциплина «Модели механики сплошных сред» первого блока содержит элементы тензорного анализа, фундаментальные законы и основные уравнения механики, термодинамики и электродинамики сплошной среды и вытекающие из них клас-

¹ Учебный план доступен по адресу <http://dl.dropbox.com/u/3612585/Magister/PlanVVTmag.pdf>.

сические математические модели. В третьем семестре предполагается проведение занятий в форме семинаров, где с участием преподавателей, ведущих дисциплины специализации магистратуры, обсуждаются индивидуальные задачи, которыми магистранты занимаются в рамках своей научной работе, начиная со второго семестра. «Уравнения математической физики (специальные разделы)» – классический курс, в рамках которого обсуждаются особенности постановок, вопросы существования и единственности решения, а также рассматриваются классические методы решения краевых задач на основе линейных уравнений в частных производных.

Учебные дисциплины второго блока предполагают изучение классических численных методов линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, сеточных методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, способов оценок погрешностей, определения условий устойчивости разностных схем и сходимости численных решений. Пристальное внимание уделяется высокоэффективным алгоритмам (расщепление, факторизация, переменные направления и проч.) решения многомерных задач математической физики. Значительный объем времени отводится на изучение проекционных методов, способов построения решений методами конечных и граничных элементов.

Третий блок включает курс алгоритмических языков C++ и FORTRAN, совершенно необходимых для создания кодов (как оригинальных прикладных пакетов, так и расширяющих стандартные), но, к сожалению, не нашедший места в Государственных стандартах и учебных планах подготовки бакалавров большинства из указанных выше направлений. Курс «Технологии и пакеты распараллеливания задач» в начальной своей части имеет целью дать навыки работы в среде параллельных вычислений на кластерах, работающих под управлением ОС Linux и Windows. Освоение принципов запуска и отладки задач, постановки их в очередь даст возможность легко использовать мощности любых вычислительных центров. Вторая часть курса

посвящена изучению программного интерфейса MPI, который позволяет обмениваться информацией между параллельными процессами. Заключительная часть курса состоит в ознакомлении с библиотеками стандартных алгоритмов линейной алгебры и с пакетами программ, позволяющими решать целый ряд стандартных задач механики деформируемых твердых тел, жидкостей и газов. Практическая сторона курса выражается в том, что у выпускника магистратуры будут сформированы компетенции, позволяющие ему преобразовывать существующие последовательные алгоритмы в параллельные и создавать собственные с использованием стандартных библиотек и пакетов прикладных программ. Лабораторные работы по дисциплине «Технологии и пакеты распараллеливания задач» проходят в классе, оснащенном современным высокоскоростным коммуникационным оборудованием, дающим возможность выхода на кластеры ПГТУ, ИМСС и других вычислительных центров России.

Все учебные дисциплины читаются докторами и кандидатами наук, профессорами и доцентами, главными и ведущими научными сотрудниками Института механики сплошных сред УрО РАН, ПГТУ, ПГУ, Пермского научного центра УрО РАН., как правило, в аудиториях и лабораториях ИМСС. Со второго семестра вплоть до защиты магистерской диссертации предусматривается постоянная научно-исследовательская работа в рамках семестровой работы и практик под руководством ведущих ученых из научных организаций города Перми, нацеленная на решение реальных прикладных задач по заказам организаций и предприятий Пермского края. Постоянное пребывание в научной среде является хорошим стимулом к самостоятельной исследовательской работе и самообразованию.