

**Вычислительно-информационные технологии  
для математического моделирования  
естественных и антропогенных изменений  
климата и природной среды**

**Лаборатория суперкомпьютерного моделирования  
природно-климатических процессов,  
Научно-исследовательский вычислительный центр,  
МГУ им. М.В.Ломоносова  
Отчет за 2012г.**



## Коллектив лаборатории

- Лыкосов В.Н. – д.ф.-м.н., зав. лаб. (гл.н.с. ИВМ РАН)
- Глазунов А.В. – к.ф.-м.н., с.н.с. (с.н.с. ИВМ РАН)
- Степаненко В.М. – к.ф.-м.н., с.н.с.
- Юрова А.Ю. – к.г.н., с.н.с. (н.с. Гидрометцентра России)
- Кулямин Д.В. – к.ф.-м.н., н.с.
- Мортиков Е.В. – м.н.с. (аспирант ИО им. П.П. Ширшова РАН)
- Чечин Д.Г. – м.н.с. (аспирант ИФА им. А.М. Обухова РАН)
- Тыртышникова Т.К. – вед. программист



# Гранты

- РФФИ 10-05-00981, «Исследование и параметризация процессов, связанных с вращением Земли и воздействующих на структуру турбулентности в пограничном слое атмосферы», ИВМ РАН, рук.: А.В. Глазунов - завершен
- РФФИ 11-05-00434, «Математическое моделирование спектральной структуры атмосферной турбулентности», ИВМ РАН, рук.: В.Н. Лыкосов
- РФФИ 11-05-01190, «Мониторинг и моделирование динамики парниковых газов в региональной климатической системе Западной Сибири», ИМКЭС СО РАН (г. Томск), рук.: И.Г. Окладников
- РФФИ 11-05-12018-офи-м, «Моделирование отклика климатической системы на разрушение метаногидратов шельфа морей восточной Арктики», ИВМ РАН, рук.: В.П. Дымников
- РФФИ 12-05-01068 «Многомасштабное моделирование турбулентных атмосферных течений над поверхностью океана с неоднородным ледовым покровом», НИВЦ МГУ, рук.: В.М. Степаненко
- МК-6767.2012.5 «Разработка перспективных параметризаций гидрологических и гидролого-биохимических процессов в высоких широтах для моделей системы Земля» НИВЦ МГУ, рук.: В.М. Степаненко

# Основные показатели

	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Статьи в российских реферируемых журналах	2	3	4	6	3	6
Статьи в зарубежных журналах (и др. изданиях)	(3)	(5)	2	5	1(1)	2(2)
Статьи в сборниках (и монографии)	1 (0)	1(0)	5(0)	1(0)	1(0)	0(2)
Доклады на международных конференциях (в России + за рубежом)	14 (11+3)	14 (9+5)	11 (6+5)	12 (3+9)	15 (7+8)	17 (6+11)
Доклады на национальных конференциях	2	3	7	5	5	7

# Учебные пособия

**Лыкосов В.Н., Глазунов А.В., Кулямин Д.В., Мортиков Е.В., Степаненко В.М.** Суперкомпьютерное моделирование в физике климатической системы. – М.: Издательство Московского университета, 2012, ISBN 978-5-211-06341-9, 408 с.

**Боресков А.В., Харламов А.А., Марковский Н.Д., Микушин Д.Н., Мортиков Е.В., Мыльцев А.А., Сахарных Н.А., Фролов В.А.** Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA. – М.: Издательство Московского университета, 2012, ISBN 978-5-211-06340-2, 336 с.

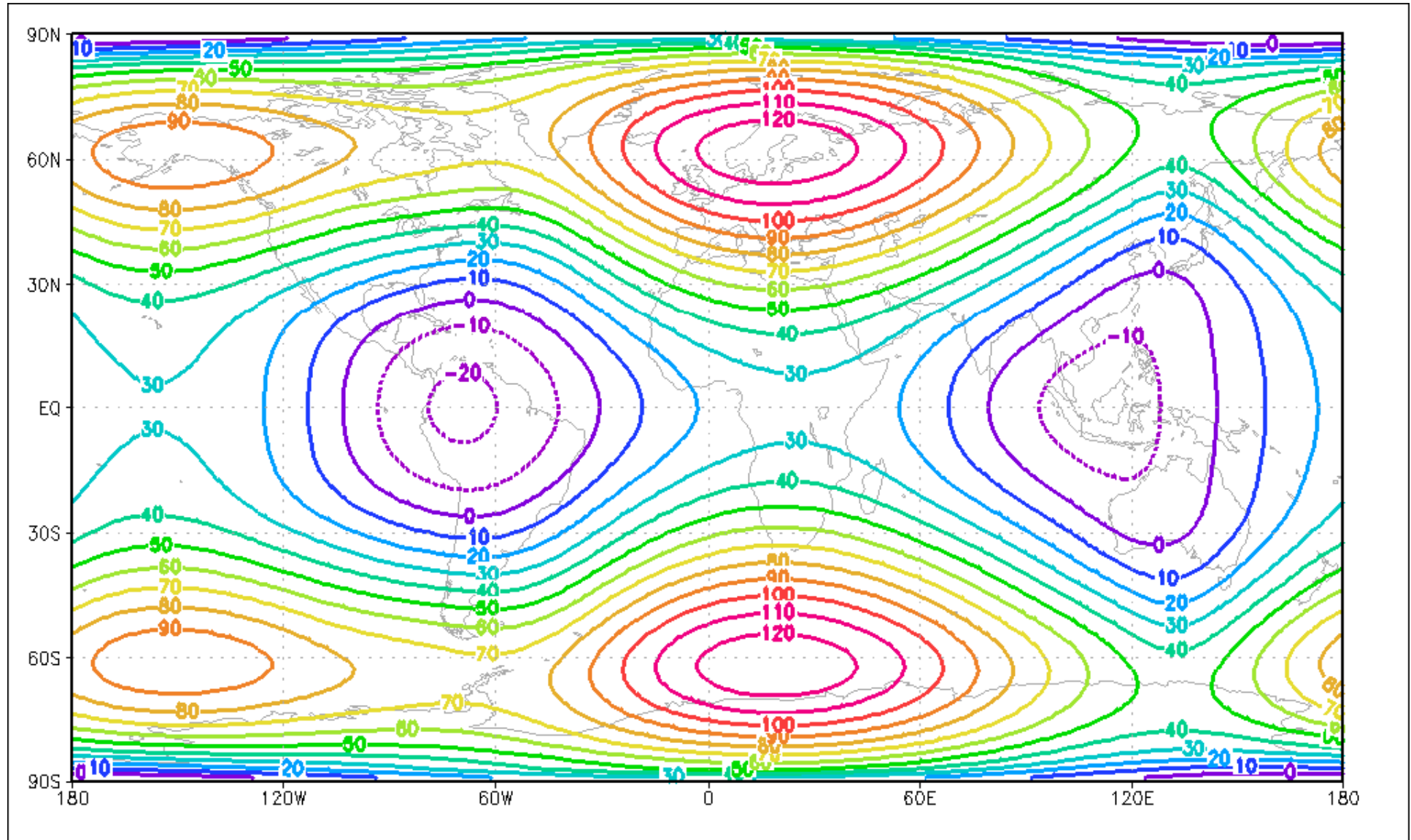
# «ИСТИНА»

	Статьи	Книги и главы	Доклады	Диссертации	Дипломные работы (руководство)	WoS цит.
Лыкосов В.Н., зав.лаб	120	9	6	7 (руководство)	3	212
Глазунов А.В., с.н.с.	17	2		1	1	13
Степаненко В.М., с.н.с.	17	2	7	1	2	26
Юрова А.Ю., с.н.с.	11		8	(Швеция)		48
Кулямин Д.В., н.с.	5	1	4	1		1
Мортиков Е.В., м.н.с.	5	2	5			0
Чечин Д.Г., м.н.с.	3		3			0

# Наиболее значимые научные результаты

1. На основе динамического блока модели общей циркуляции атмосферы Института вычислительной математики РАН создана и реализована на суперкомпьютере «Ломоносов» трехмерная модель динамики термосферы (для высот от 90 до 500 км), в которую включены: ион-нейтральное трение при расчете притоков импульса и тепла по данным о средней концентрации электронов; притоки радиационного тепла и выхолаживания; молекулярные диффузия и теплопроводность с коэффициентами, характерными для высот термосферы. Показано, что построенная модель с удовлетворительной точностью (для принятого уровня параметризации источников нагрева) воспроизводит основные особенности общей циркуляции термосферы. Модель предназначена для исследования процессов, определяющих «космическую погоду» (Кулямин Д.В.).

# Широтно-долготное распределение значений зональной скорости на высоте 120 км

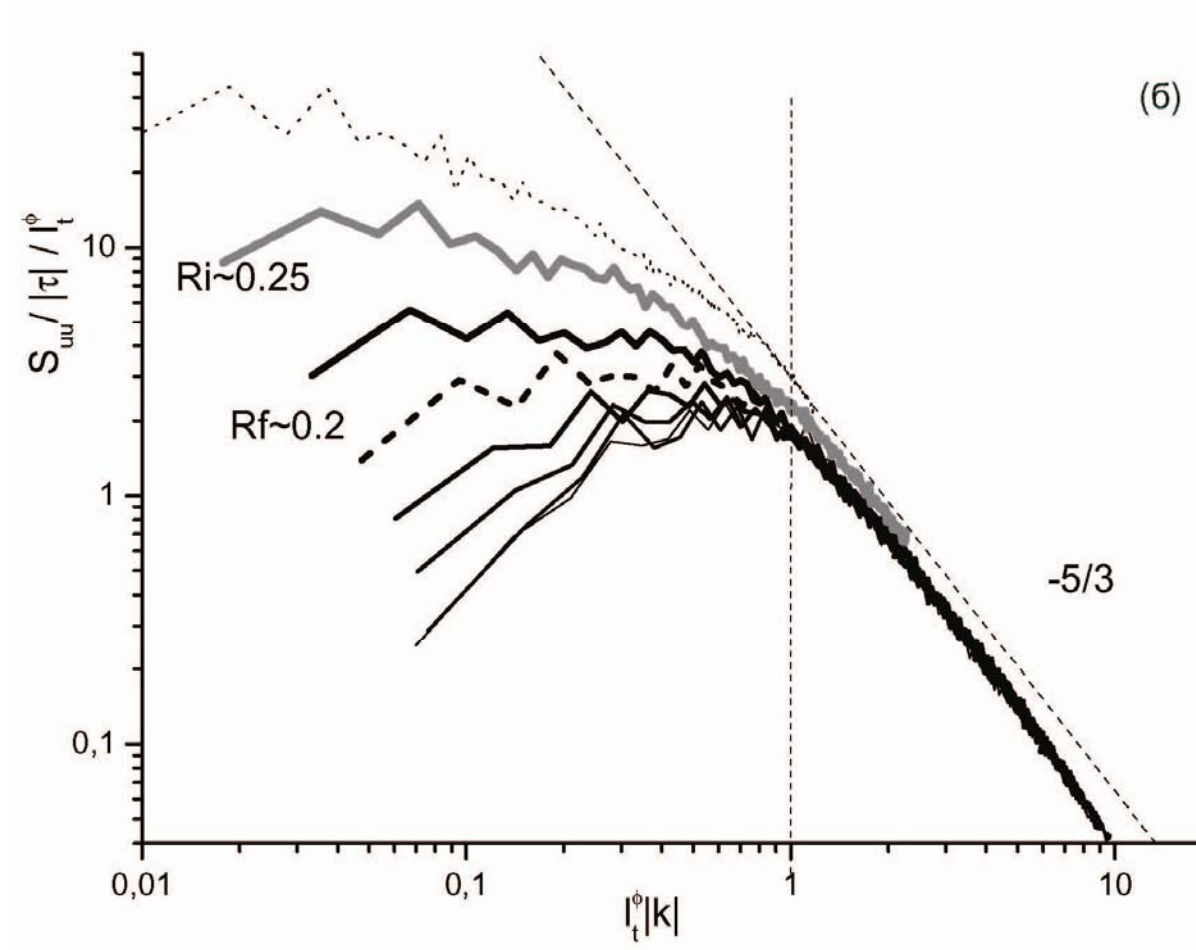




## Наиболее значимые научные результаты

II. На суперкомпьютерах «Ломоносов» и «Чебышев» проведена серия численных экспериментов с трехмерной вихререзающей гидродинамической моделью, имеющей размер расчетной области ~ 34 миллиона узлов сетки. Исследовались стратифицированные турбулентные течения над поверхностями с явно заданными элементами шероховатости, имитирующими городскую застройку. Вычислены пространственные спектры и ко-спектры турбулентных пульсаций скорости и выделены характерные пространственные масштабы, обеспечивающие универсальность спектральных распределений на различном удалении от поверхности. Предложен смешанный масштаб длины, включающий комбинацию "локального" (связанного с потоками на заданной высоте) масштаба Монина - Обухова и масштаба, вычисленного по значениям потоков вблизи поверхности. Показано, что использование смешанного масштаба позволяет параметризовать средние профили скорости и температуры во всей толще устойчиво-стратифицированного пограничного слоя, находящегося в состоянии, близком к равновесному (Глазунов А.В.).

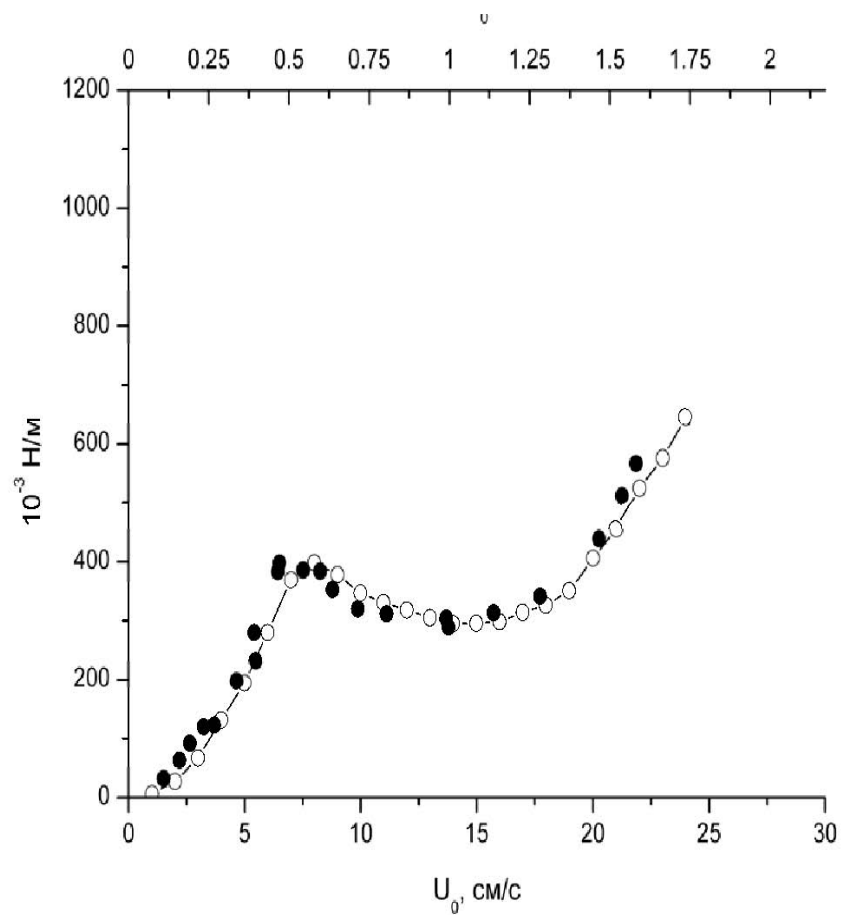
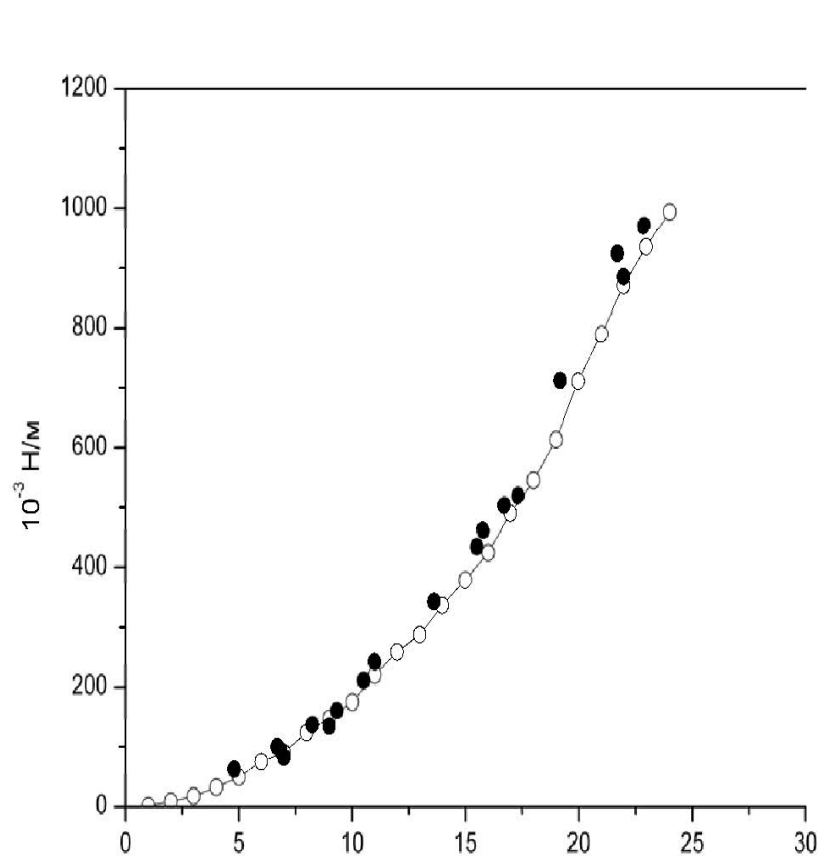
Спектры продольной компоненты скорости в зависимости от модуля горизонтального волнового числа



# Наиболее значимые научные результаты

III. Разработана программная реализация гидродинамической модели стратифицированной жидкости на графических процессорах. Проведена серия расчетов по воспроизведению движения ледяного киля в двухслойной жидкости при условиях, согласованных с данными наблюдений по числу Фруда в Северном Ледовитом океане. Вычисления проводились на суперкомпьютере “Чебышев” (Intel Xeon 5472) и кластере “ГрафИТ!” / “GraphIT!” на основе графических процессоров (Intel Xeon X5650, Nvidia “Fermi” Tesla M2050). Результаты численных расчетов показывают возможность достоверной оценки силы сопротивления при движении различных моделей ледяных килей в двухслойной стратифицированной жидкости. Стратификация жидкости приводит к тому, что сила сопротивления для глубоких ледовых килей может составлять наиболее значительную часть коэффициента сопротивления ледового покрова при расчетах динамики морского льда (Мортиков Е.В.).

Сила сопротивления на единицу длины при движении ледяного киля в воде: однородной (слева) и стратифицированной (справа).



# План работ на 2013 г.

- **Разработка параметризаций физических процессов нижней термосферы с целью моделирования мезосферно-термосферного взаимодействия и спектрального анализа характеристик геофизической турбулентности.**
- **Численное моделирование полярных мезоциклонов и исследование роли потоков тепла с поверхности океана и пространственной неоднородности ледового покрова в их развитии и энергетике.**
- **Вихреразрешающее моделирование динамики турбулентного пограничного слоя атмосферы над неоднородными подстилающими поверхностями с целью изучения и параметризации механизмов обмена теплом, импульсом и влагой над мелкомасштабными водными объектами в северных широтах.**
- **Разработка и реализация метода погруженной границы для подвижных и неподвижных объектов сложной формы в вихреразрешающей модели верхнего слоя океана. Численные эксперименты по моделированию совместной динамики плавающих льдин и турбулентности.**



**БЛАГОДАРЮ**

**За ВНИМАНИЕ!**

