

50-я научная конференция МФТИ
Факультет проблем физики и энергетики
Секция методов решения обратных задач в физике

УДК 551.509.313

Фадеев Р.Ю.

Московский физико-технический институт (государственный университет)
Институт вычислительной математики РАН

**Редуцированная сетка для модели общей
циркуляции атмосферы**

Традиционно применяемая в моделях атмосферы регулярная широтно-долготная сетка характеризуется сгущением узлов вблизи полюсов вследствие сходимости меридианов. Малое значение шага сетки по долготе на поверхности Земли в окрестности полюса по сравнению со значением шага на экваторе существенно уменьшает величину максимально допустимого шага интегрирования по времени для явных схем. Большая неоднородность сетки вблизи полюсов может приводить к некорректному описанию процессов подсеточного масштаба. Для решения перечисленных проблем в последние годы в некоторых спектральных моделях численного среднесрочного прогноза погоды стали применяться редуцированные сетки [1–3], в которых число узлов по долготе зависит от широты. Шаг сетки по долготе при этом постоянен для каждого значения широты. Метод построения сетки, использующий асимптотические свойства присоединенных полиномов Лежандра, первоначально был предложен в [1] и получил развитие в ряде последующих работ [2].

В работе рассматривается метод численного построения редуцированной сетки для полулагранжевой модели прогноза погоды. Ключевым элементом полулагранжевого метода, который в настоящее время применяется в большинстве глобальных прогностических моделях, является интерполяция. Ошибка дискретизации производных конечными разностями определяется уравнениями, аналогичными формулам для погрешности интерполяции. В основе предлагаемого подхода лежат критерии, использующие значения среднеквадратической интегральной ошибки интерполяции [3]. Сетки, полученные по такому методу, мы назовем оптимальными.

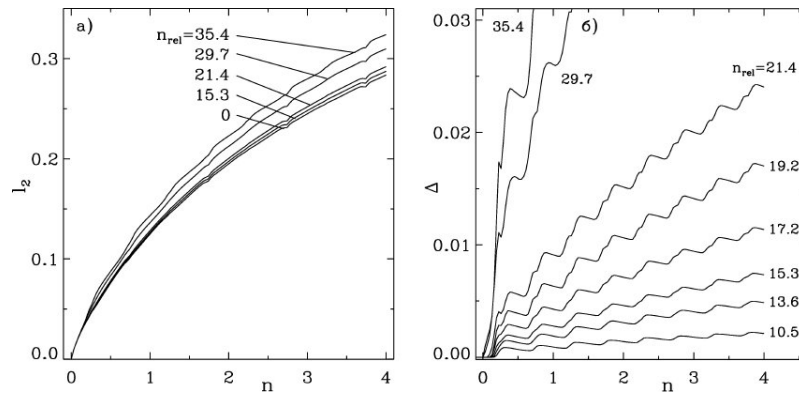


Рис. 1

Полученные сетки применялись при решении уравнения двумерного переноса на поверхности Земли [4]. Результаты расчётов для стационарного во времени поля скоростей, обеспечивающего сохранение формы переносимой величины, в начальный момент имеющего вид Гауссовой функции, представлены на рис. 1. Сетка в таком тесте характеризовалась 125 узлами по широте и 200 узлами по долготе. Величина n задаёт отношение времени интегрирования ко времени, необходимому для совершения полного оборота функции переносимой величины. l_2 и Δ — относительные интегральные среднеквадратические ошибки численного решения, полученного на редуцированной сетке по отношению к аналитическому решению (l_2), и численному, полученному на регулярной сетке (Δ). Относительное уменьшение числа узлов сетки отмечено значением параметра n_{rel} . Отметим, что представленные на рис. 1 результаты расчётов, отвечающие значениям n_{rel} , равным 35,4 и 29,7, не относятся к классу оптимальных сеток. Можно видеть, что число узлов сетки может быть сокращено на 10–12% без существенной потери точности.

В докладе также приводятся результаты расчётов уравнения переноса для случая сильно неоднородных полей скоростей с известным аналитическим решением. Представлены результаты численных экспериментов, проведённые для модели мелкой воды.

Достоинство предлагаемого подхода заключается в возможности видоизменения критериев для учёта особенностей полной модели общей циркуляции атмосферы. Необходимо отметить, что не любая гидродинамическая глобальная модель атмосферы допускает возможность использования редуцированной сетки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Hortal M., Simmons A.J.* Use of reduced Gaussian grids in spectral models // *Mon. Wea. Rev.* — 1991. — V. 119. — P. 1057–1074.
2. *Naughton M., Courtier P.* A pole problem in the reduced Gaussian grid // *Quart. J. Roy. Meteorol. Soc.* — 1994. — V. 120. — P. 1389–1407.
3. *Фадеев Р.Ю.* Построение редуцированной широтно-долготной сетки для задачи глобального численного прогноза погоды // *Метеорология и гидрология.* — 2006. — Вып. 9. — С. 5–20.

4. *Williamson D.L., Drake J.B., et al.* A standart test set for numerical approximations to the shallow water equations in spherical geometry // J. Comput. Phys. — 1992. — V. 102. — P. 211–224.
-

Представленная выше версия доклада является ознакомительной.

Версию доклада, предназначенную для печати,
можно найти в факультетском сборнике трудов конференции.
Электронные материалы конференции публикуются по адресу
http://www.mipt.ru/nauka/conf50/plen_sections/