

# ТЕХНОЛОГИЯ ЧИСЛЕННОГО ОПИСАНИЯ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРЫ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ HARMONIE

*Паламарчук Ю.О., к.геогр.н., Иванов С.В., д.геогр.н., Рубан И.Г., к.ф.-м.н.  
Одесский Государственный Экологический Университет*

В эпоху широкомасштабной индустриализации всех отраслей экономики и повсеместного внедрения информационных технологий, охватившей цивилизованную часть планеты в последние десятилетия, проявилась парадоксальная ситуация. Общество стало в большей степени зависеть от состояния окружающей среды и погодных условий. Это, в свою очередь, стимулировало интенсивное развитие науки об атмосфере с привлечением последних достижений в области прикладной математики, программирования и вычислительных комплексов. Однако, реализация подобных задач оказалась не под силу отдельным странам, что привело к формированию нескольких сообществ по созданию моделирующих систем атмосферы. Организованный десятилетия ранее Европейский Центр Среднесрочных Прогнозов Погоды (ЕЦСПП) сегодня объединяет 34 страны (<http://www.ecmwf.int/>). Центр стал Мировым лидером в области прогнозов погоды, архивации материалов о состоянии атмосферы и подстилающей поверхности, а также располагает самым мощным среди гражданских организаций вычислительным комплексом HPCFS (High Performance Computing Facility System) (<http://www.ecmwf.int/en/computing>).

ОДЕКУ, как участник международных проектов *EuMetChem* и *AQMEII* по атмосфере, получил возможность доступа к вышеуказанным Европейским ресурсам для проведения научных исследований. Выход на HPCFS осуществляется по линии интернета через систему паролей. Численные эксперименты формируются в рабочей области *ECGATE* на кластере *IBM P5 p575*, собственно расчеты выполняются в области *C2a* на кластере компьютеров *IBM POWER7 775*, а результаты временно (до 60 дней) хранятся на кластере *S2a*. Работа на едином вычислительном центре решающим образом оптимизирует процесс расчетов. Исходная версия модели, в нашем случае *Harmonie-40h1.1*, размещается в репозитории. Для всех пользователей он доступен только для чтения. Исследователь имеет возможность копировать в свою рабочую область необходимую для последующих изменений часть кода или скрипты, используя при этом оставшиеся неизменными составляющие модели непосредственно из репозитория.

Региональная мезомасштабная модель *Harmonie* представляет собой программный комплекс из более чем десяти тысяч подпрограмм и скриптов, состыкованный с метеорологическим архивом *MARS (Meteorological ARchive System)*. Последний факт обеспечивает непосредственное извлечение атмосферных полей для задания краевых условий. Блок усвоения данных содержит несколько различных подходов, *3DVAR*, *4DVAR*, *EnKF*, *ETKF*, по выбору пользователя.

Модель включает несколько комплексов физической параметризации (*AROME*, *ALARO*, *ECMWF*), подмодель подстилающей поверхности *SURFEX*, негидростатическое ядро *ALADIN* с двух-уровневой по времени полу-явной полу-лагранжевой схемой дискретизации эластичных уравнений, гибридную вертикальную систему координат.

Модель *Harmonie* может использоваться как для прогностических расчетов физического состояния атмосферы (рис.2а), так и в задачах мониторинга окружающей среды (рис.2б) (отчет ДМИ). В частности, проводимые в ОДЕКУ исследования по проектам *EuMetChem* и *AQMEII* показали влияние аэрозолей на радиационные потоки в атмосфере и условия развития и выпадения осадков (статьи 1,2).