

Разработка динамико-статистической модели тропосферы для региона Западной Сибири.

А. О. Дементьев², А. И. Чавро^{1,2}

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Институт вычислительной математики РАН

В настоящее время назрела необходимость построения математической модели высокого пространственного разрешения для различных регионов России с целью решения различных задач геофизики и климатологии. В работе рассматривается модель Западной Сибири. Для построения данной модели используется динамико-статистический метод, предложенный в работе [1].

Метод. Динамико-статистический метод разбивается на два блока: статистический и динамический [2,3]. Для статистического блока входными данными являются данные наблюдений или моделей общей циркуляции атмосферы и океана, которые в ходе работы фильтруются, кластеризуются, выделяются наиболее характерные реализации и затем, на основе обработанных данных запускается динамический блок.

Для выделения крупномасштабных погодных классов применялись методы кластерного анализа (метод иерархической кластеризации и метода k-средних). Вначале применялся метод иерархической кластеризации, основная идея которого состоит в последовательном объединении наиболее схожих данных (агломеративная кластеризация), либо последовательном разбиении групп данных на более мелкие группы при условии максимально большого различия (дивизивная кластеризация). Таким образом, в конечном итоге образуется древовидная структура, в которой содержится полная информация в различиях между всеми полученными группами. После для уточнения состава кластеров применялся метод k-средних, который позволял найти центроиды кластеров и выбрать реализации, которые лежат наиболее близко к ним. Эти реализации берутся в качестве граничных условий для гидродинамической модели высокого пространственного разрешения.

Гидродинамическая модель. В качестве динамического блока используется гидродинамическая не гидростатическая модель высокого пространственного разрешения WRF ARW [4]. Эта модель подходит для широкого спектра приложений в масштабах от десятков метров до глобальных. Данная модель обладает следующими набором характеристик: консервативность для скалярных переменных, горизонтальную C-сетку Аракавы, Схемы Рунге-Кутта 3-го порядка по времени и 6-го по пространству, поддерживает работу как с идеализированными, так и с реальными данными, использование различных граничных условий моделирования на реальных или идеализированных данных.

Численные эксперименты. Для численного эксперимента использовались данные реанализа модели ECMWF, представленные в свободном доступе на сайте <http://www.ecmwf.int>, (район Западной Сибири (широта: 50° — 68°, долгота 60° — 90°) с

1979 года по 2011 год долготное разрешение 2° , широтное — 2° , временное — 6 часов). Для удобства работы с данными в Matlab данные были представлены виде массивов векторов, каждый из которых имел следующие метеопараметры: сумма осадков и профили температуры, влажности и скорости ветра по четырем высотам. Были проведены следующие проверки: проверка статистических характеристик (математическое ожидание и среднеквадратичное отклонение) выбранного ансамбля метеопараметров и априорного ансамбля; наличие экстремальных ситуаций, выявленных в полученном ансамбле, в исходном.

Предполагается что данная динамико-статистическая модель будет использована для прогнозирования климатических изменений в следующем столетии. Использование данной модели позволит существенно сократить объем вычислений, за счет учета только типичных (наиболее вероятных) ситуаций в атмосфере. При этом как отмечается в литературе статистические характеристики полученные для ансамбля типичных ситуаций должны совпадать со статистическими характеристиками полученными по полному ансамблю. Численные эксперименты показали, что данное утверждение выполняется с погрешностью менее 5%.

Литература.

1. *U. Fuentes and D. Heimann. An Improved Statistical-Dynamical Downscaling Scheme and its Application to the Alpine Precipitation Climatology // Theor. Appl. Climatol. Vol. 65. p. 119-135 (2000).*
2. *Чавро А. И., Дементьев А. О., Степаненко В. М. Построение динамико-статистической модели тропосферы для территории России // Математика, ее приложения и математическое образование (МПМО'14): Материалы V международной конференции. — Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2014, с. 336-340*
3. *Дементьев А. О., Чавро А. И., Степаненко В. М. Динамико-статистическая модель атмосферы для региона Западная Сибирь // Труды 56-научной конференции МФТИ «Актуальные проблемы фундаментальных и прикладных наук в современном информационном обществе»: Проблем современной физики. — М.: МФТИ, 2013.- С. 138-139*
4. *Shamarock W. et al. A description of the advanced research WRF version 3 //NCAR technical note NCAR/TN/u2013475. — 2008, p. 113*