

ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕДИКТАНТА ДЛЯ ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНЦЕПЦИИ ДИНАМИЧЕСКИХ НОРМ И ДИНАМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ

Г.В. Груза, Э.Я. Ранькова

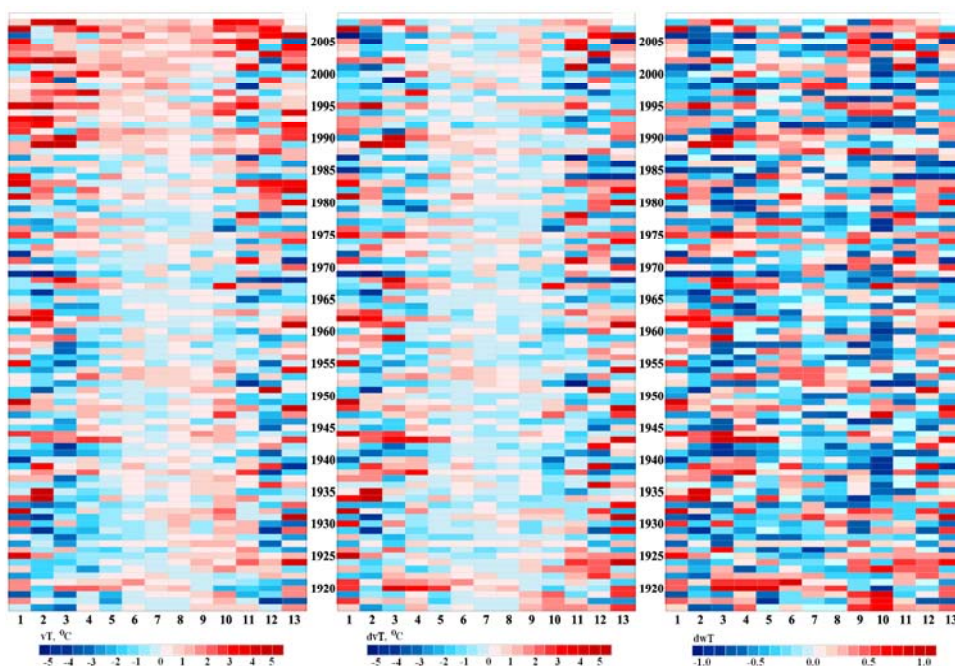
ФБГУ Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, Россия

ggruza@yandex.ru, rankova@online.ru

Формулируется концепция «динамических норм» и «динамических аномалий» температуры приземного воздуха, которые учитывают текущие тенденции в изменении климата и межсезонную изменчивость. Предлагается использовать эту концепцию как в задачах оценки предстоящих изменений климата, так и в задаче долгосрочного прогноза на сроки, превышающие «предел предсказуемости».

Основная гипотеза заключается в том, что процесс изменения аномалий температуры воздуха, традиционно используемых в качестве объекта прогноза, является нестационарным. В частности, он содержит сезонные изменения и климатические тренды. Предполагается, что если исключить текущие тенденции в изменении климата и межсезонную изменчивость, то оставшиеся «динамические аномалии» будут теснее связаны с макросиноптическими характеристиками, что позволит улучшить качество конечных прогнозов.

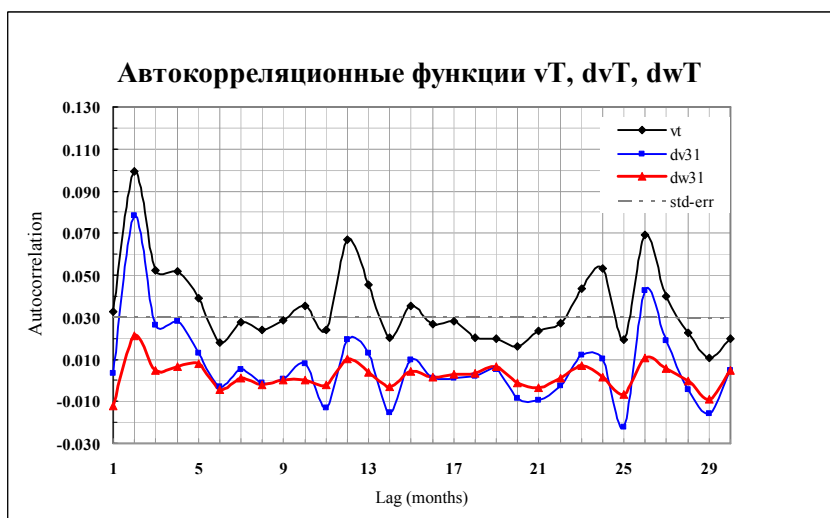
В соответствии с предложенной методологией, динамические нормы региональных (локальных) температур конкретного сезона рассчитываются как отклик на изменение глобальной температуры, используемой в роли индикатора глобальных изменений климата. Точнее, динамические нормы рассчитываются методом наименьших квадратов (линейная регрессия) с использованием глобальной температуры одноименного месяца в качестве регрессора (последняя предварительно сглажена 11-летним фильтром). Динамические нормы оцениваются по периоду определенной длины (21-31-41 лет) и экстраполируются на один год, непосредственно следующий за периодом оценивания. Наиболее эффективным в качестве базового периода представляется период в 31 год.



Для примера на рисунке приведен ход средних по территории России аномалий среднемесячной температуры приземного воздуха для всех месяцев 1910-2008 гг.: слева – традиционные аномалии, в центре – динамические аномалии; справа – нормированные динамические аномалии.

Здесь же приведены нормированные динамические аномалии, выраженные в долях стандартных отклонений динамических аномалий. Для наглядного отображения чередования аномалий разного знака и интенсивности, здесь использована мозаичная диаграмма в координатах месяц-год (X – месяц, Y – год), поскольку интерполяция аномалий одноименных месяцев за соседние годы была бы необоснованной. Для наглядности горизонтальная шкала дополнена тринадцатым месяцем, дублирующим январь следующего года.

Можно видеть, что процесс многолетних изменений динамических аномалий гораздо более близок к статистически стационарному процессу. Традиционные аномалии дают информацию больше об изменении климата, тогда как в динамических аномалиях составляющая, связанная с изменением климата, исключена. Нормированные аномалии образуют практически стационарный процесс, не содержащий многолетних и сезонных трендов (этот вывод был дополнительно подтвержден оценками по критерию серий Вальда-Вольфовица).



Об этом же свидетельствуют автокорреляционные функции сравниваемых рядов. Действительно, только для нормированных динамических аномалий (красная линия) корреляция практически на всех сдвигах ($\text{lag} > 2$ мес.) колеблется в интервале $\pm 0,01$ (критическое значение на 5% уровне значимости $\text{corr} \sim 0,03$)

В докладе показано, что динамические нормы уже сами по себе несут прогностическую информацию о предстоящих аномалиях температурного режима, если рассматривать их как прогноз аномалии температуры с заблаговременностью 1 год. Действительно, практически на всех исследованных станциях (70 станций СНГ) корреляция между ходом динамических норм и фактическим ходом температуры положительна (понятно, что традиционный климатический прогноз, т.е. нулевое поле аномалий, таким свойством не обладает по определению). Средняя ошибка прогноза в терминах динамических норм колеблется около $0,06$ °C в почти симметричном интервале (от $-0,35$ до $+0,43$ °C), тогда как при традиционном подходе имеет место явное смещение: среднее значение $0,42$ °C, а область изменения от $-0,3$ до $0,75$ °C. Одновременно отмечается определенная тенденция к улучшению этих прогнозов к концу периода.

В будущем, в качестве предсказываемых величин предлагается использовать отклонения температуры воздуха от этих «динамических» норм», т.е. «динамические аномалии», и именно с ними искать прогностические связи характеристик текущих макросиноптических процессов при построении методов прогноза температуры на сроки, превышающие «предел предсказуемости» (на месяц-сезон-год). Поправку на «сезонность» и «изменение климата» в этом случае нужно будет вводить непосредственно в прогноз (например, в терминах тех же «динамических норм»).

Материалы доклада будут опубликованы в ближайшее время в статье:

Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Вероятностная оценка наблюдаемых и ожидаемых изменений климата Российской Федерации: температура воздуха. В кн.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Москва, НИЦ «Планета», т. XXIV (в печати).