

# ПОСТРОЕНИЕ ОПТИМИЗИРОВАННОЙ АНСАМБЛЕВОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА В БАССЕЙНЕ РЕКИ ВОЛГА

Анисимов О.А., Кокорев В.А.

ФГБУ «ГГИ», Россия

Многие современные исследования посвящены изучению последствий ожидаемых изменений климата. В их основе лежит моделирование климатозависимых процессов с применением климатических проекций, получаемых при помощи глобальных или региональных гидродинамических моделей. Климатические проекции, полученные по разным моделям, заметно различаются в региональных деталях. Кроме того, модельные расчеты для современного периода не всегда хорошо согласуются с данными наблюдений. Нами был разработан метод построения оптимальной климатической проекции на основе ансамбля лучших гидродинамических моделей, отбираемых по региональным критериям. Он основан на ранжировании моделей в отношении воспроизведения ими наблюдаемых изменений параметров, определяющих гидрологический режим, и объединении лучших моделей в оптимизированную ансамблевую климатическую проекцию.

Для тестирования моделей на территории России были выделены 14 регионов, характеризующихся однородностью современных климатических изменений. Для каждого региона по данным наблюдений на метеостанциях были рассчитаны современные тренды нескольких климатических характеристик (сезонных и среднегодовой температуры воздуха, сумм положительных и отрицательных температур, сезонных и годовых сумм осадков и индекса сухости). После этого было проведено тестирование гидродинамических моделей, при котором полученные с их помощью результаты сравнивались с регионально-осредненными данными наблюдений за два периода 1978-2010 и 1946-1977. По результатам тестирования в каждом регионе были выбраны лучшие климатические модели, на основе которых были построены оптимальные региональные климатические проекции, в том числе для бассейна реки Волга.

Было показано, что не все модели сохраняют способность удовлетворительно воспроизводить климат исследуемых регионов в различные интервалы времени, причем точность воспроизведения уменьшается по мере удаления в прошлое. Ансамбль из моделей, хорошо воспроизводящих климат периода 1946-1977, и в современном периоде работает лучше ансамбля всех моделей. Для гидрологических задач важным является

воспроизведение ансамблем как температурных характеристик, так и осадков. Часть моделей, показывающих лучшие результаты в воспроизведении осадков, также хорошо воспроизводят температуру. Исходя из этого, можно предложить алгоритм составления оптимизированного по обоим параметрам ансамбля, состоящий в исключении моделей, воспроизводящих температурные параметры в различные периоды прошлого с наибольшими ошибками, ранжировании оставшихся моделей по качеству воспроизведения осадков и объединении лучших в ансамбль.

Главным вопросом, которому посвящена данная работа, является анализ неопределенности прогноза гидрологических последствий изменений климата, обусловленной модельными проекциями. Важно учитывать, что она меняется по мере изменения заблаговременности прогноза. Межгодовая изменчивость значительно превышает ожидаемую величину изменений в первые десять лет прогноза, что делает его крайне неопределённым, принимая во внимание сложность точного задания начальных условий. Наилучшим периодом для климатической проекции является период 20-50 лет, начиная с момента расчета, поскольку в этот период суммарная неопределённость, обусловленная всеми факторами, минимальна.

Не следует забывать, что, помимо осредненной по ансамблю, целесообразно рассматривать и проекции по отдельным составляющим ансамбль моделям, каждая из которых описывает возможную траекторию развития климатической системы. Некоторые исследователи сосредотачивают усилия на переводе результатов модельных расчётов в термины вероятности, при этом вероятность какого-либо будущего состояния климатической системы определяется количеством моделей или расчётов, в которых оно реализуется. Нам представляется, что современный уровень развития моделей едва ли позволяет рассчитывать с достаточной надежностью вероятностную функцию распределения состояний будущего климата. Неоправданно приписывать им различные вероятности на основании арифметического подсчета числа моделей, прогнозирующих соответствующие условия. На наш взгляд более оправдано использовать оптимально отобранные модели, рассматривая их ансамблевое осреднение как наиболее вероятную проекцию, а межмодельный разброс внутри ансамбля – как интервал неопределенности с равновероятным попаданием действительной траектории в любой его диапазон.

Благодарности. Эта работа поддерживается РФФИ, гранты 13-05-00072 и 13-05-91171-ГФЕН\_а.