

ВЫБОР АНСАМБЛЯ МОДЕЛЕЙ ОБЩЕЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ И ОКЕАНА ПРОЕКТА СМIP-5 ДЛЯ ОЦЕНКИ БУДУЩИХ ИЗМЕНЕНИЙ СТОКА НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Сидорова М.В.¹

¹ – *Институт Географии РАН, Москва, Россия, sidorova@igras.ru*

Аннотация. Оценено воспроизведение ряда климатических характеристик моделями общей циркуляции атмосферы и океана проекта СМIP-5 для Европейской территории России и выбран оптимальный ансамбль для оценок возможных изменений характеристик речного стока.

Ключевые слова: изменение климата, воспроизведение климатических характеристик, осадки.

Для количественных оценок изменения климата в XXI веке наиболее перспективным и динамично развивающимся инструментом являются МОЦАО (модели общей циркуляции атмосферы и океана). В настоящее время, они активно используются для оценки изменений климата и характеристик речного стока.

Априорное суждение о том, какие модели «лучше» или «хуже», вряд ли возможно. В нашей стране большинство исследователей идут по пути предварительного отбора моделей, на основе сравнения характеристик наблюдаемого и модельного климата для какого-либо региона (Кислов, Бабина, 2008; Кокорев, Анисимов, 2013 и многие другие). Для повышения устойчивости результатов и оценки достоверности принято использовать ансамбль моделей.

В качестве характеристики современного климата в работе были использованы данные архива CRU TS3.21 (Climatic Research Unit TimeSeries Version интерполированные стационарные данные) за период 1961-1990 гг.

Проведена оценка качества 37 моделей проекта СМIP-5 с точки зрения оптимального воспроизведения характеристик на Европейской территории России (ЕТР). При формировании оптимального ансамбля для дальнейшей оценки изменений характеристик речного стока основной климатической характеристикой для отбора являлось воспроизведение осадков холодного периода, как важного предиктора половодья. Также учитывалось воспроизведение годовых осадков. Характеристики поля температур воспроизводятся всеми моделями достаточно надежно, так что лимитирующим фактором были выбраны именно осадки.

Для каждой модели рассчитаны ошибка воспроизведения средних значений, среднеквадратических отклонений и площади совпадения трендов осадков за период 1961-1990 гг. Также оценено качество воспроизведения коэффициентов вариации годовых осадков и осадков холодного периода. Затем отобраны модели по критерию наименьшей осредненной по территории ЕТР ошибки.

Поскольку осреднение ошибки по исследуемой территории не описывает всей картины качества воспроизведения, по каждой модели для исследуемых характеристик были построены карты пространственного распределения ошибок воспроизведения характеристик, которые позволили экспертно оценить и отбраковать модели с низким качеством воспроизведения климатических величин.

Практически все модели (кроме СМСС-СМ) завышают многолетнюю величину осадков холодного периода по сравнению с наблюдаемой. Ошибка среднего варьируется от -0.22 до 118,8 (ВNU-ESM), при средней ошибке 31%. В качестве порогового кри-

терия были отобраны модели с ошибкой менее 30%, при этом из моделей одного института выбиралась одна наиболее качественная. Таким образом, был отобран ансамбль из 13 моделей. Средняя ошибка воспроизведения осадков холодного периода для ансамбля – 15,5%. Южнее 50° с.ш. модели воспроизводят характеристику несколько хуже и с явным завышением.

Среднемноголетнее значение годовой суммы осадков модели воспроизводят более качественно, чем зимние осадки. Ошибка среднего изменяется от - 15% до 46%, среднее значение по всем моделям – 12,9%. Южнее 50° с.ш. ошибка возрастает. Для отобранного ансамбля значения изменяются от -9 до 21%, среднее 3,14%.

Воспроизведение моделями тренда осадков довольно неустойчиво, т.к. при незначительных изменениях буквально одно значение может поменять знак тренда. Для каждой точки сетки проводилась проверка совпадения знака тренда с наблюдаемым и можно сделать вывод, что тренды как зимних, так и годовых осадков воспроизводятся неудовлетворительно – среднее значение площади с совпадающим трендом составляет менее 50%. Максимальное значение площади совпадения знака тренда – 87,9% исследуемой территории, минимальное менее 10%.

Модели проекта СМIP-5 достаточно хорошо воспроизводят коэффициент вариации осадков: в среднем по 37 моделям ошибка воспроизведения C_v годовых осадков – 13%, (на юге ЕТР – 15%); C_v осадков холодного периода в среднем по ансамблю 13 моделей составляет 11%, на юге ЕТР – 2,5%. Однако, те модели, которые показали хорошее воспроизведение сумм осадков, демонстрируют зачастую худшее воспроизведение коэффициента вариации и наоборот. Средние значения по ансамблю отобранных моделей демонстрируют худшие значения, чем осредненные по всему набору моделей. Таким образом, мы приходим к выводу, что не только для разных территорий разные модели ведут себя по-разному, но и для различных характеристик.

Ансамбль моделей довольно качественно воспроизводит стандартное отклонение зимних осадков – 23,9% для ЕТР и 22,1 для южной части. Для сумм годовых осадков ошибка стандартного отклонения в среднем по ЕТР для 37 моделей составляет 25,2%, для юга ЕТР – 23,9%, что можно считать удовлетворительным качеством. Как и в случае с коэффициентом вариации ансамбль 13 моделей демонстрирует худшее качество по сравнению с ансамблем 37 моделей. Таким образом, в дальнейшей работе в зависимости от конкретных задач, возможно использование различных ансамблей.

То, что ансамбль МОЦАО плохо воспроизводит метеорологические величины на масштабах одной элементарной ячейки, неудивительно. В работах (Торопов, 2005) было показано, что ошибка модельных результатов попадает в пределы межгодовой или межсезонной изменчивости характеристик только при осреднении по нескольким (порядка 10-15) модельным ячейкам.

Литература

1. Кислов А.В., Бабина Е.Д. Мезомасштабная модель атмосферной циркуляции как средство интерполяции метеорологических полей с высоким пространственным разрешением // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2008. №
2. Кокорев В.А., Анисимов О.А. Построение оптимизированной ансамблевой климатической проекции для оценки последствий изменений климата на территории России. М.: Планета, 2013. 131 с.
3. Торопов П. А. Оценка качества воспроизведения моделями общей циркуляции атмосферы климата Восточно-Европейской равнины // Метеорология и гидрология. – 2005. – №. 5. – С. 5-21.

**DEFINITION OF THE CMIP5 CLIMATE MODEL ENSEMBLE
TO ASSESS FUTURE CHANGES IN RIVER FLOW
IN THE EUROPEAN PART OF RUSSIA**

Sidorova M.V.¹

¹ – *Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, sidorova@igras.ru*

Abstract. The reproduction of a number of climatic characteristics by models of the general circulation of the atmosphere and the ocean of the CMIP-5 project for the European territory of Russia has been evaluated and the optimal ensemble for evaluating possible changes in the river flow characteristics.

Key words: climate change, reproduction of climatic characteristics, precipitation.