

ОСОБЕННОСТИ СЧЕТА КЛИМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ЧЕРНОМОРСКОГО РЕГИОНА С ВАРИАЦИЕЙ НАЧАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ

В.В. Белоусов

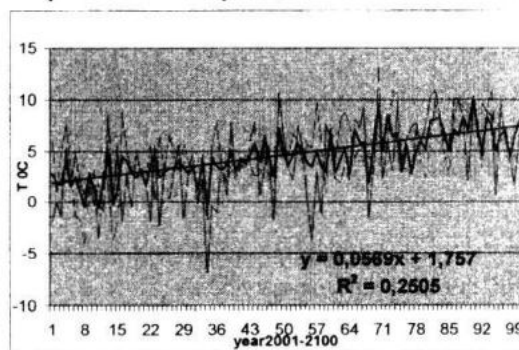
Морской гидрофизический институт
НАН Украины
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
E-mail: oaoimhi@inbox.ru

В статье рассмотрены особенности счета модели ЕСНАМ5 для Черноморского региона. Проведена количественная и качественная оценка различных вариантов прогностического расчета модели для приземной температуры атмосферы.

Введение. Для правильной оценки расхождения или близости различных климатических сценариев на первом этапе необходимо проверить работу модели для одного сценария, но при различных вариациях начальных параметров. Реальные данные, вводимые в модель, при предсказании погоды несут в себе определенного рода погрешности вызванные, как ошибками измерений – некорректной работой приборов и человеческим фактором, как при проведении измерений, так и при вводе данных в компьютер. Так же имеются систематические погрешности при усвоении данных и при интерполяции и аппроксимации данных на различного рода пространственные сетки, применяемые в метеорологии и моделировании климата. Чтобы избежать этих ошибок и получить в результате менее зависимые от случайных ошибок данные – параметры начальных метеорологических полей таких как температура, влажность и др. принято варьировать вводимые поля в пределах 95 % погрешности случайным образом и проводить с этими полями данных различные расчеты. Для прогноза погоды проводят 3 – 5 такого рода расчетов, затем осредняют полученные поля для одной или по нескольким моделям [1]. Полученные таким образом выходные данные используют для прогноза. Точно таким же образом при климатических расчетах проводят несколько вариантов расчета (run1, run2,...), отличающихся

между собой возмущением начальных полей (температура, давление, осадки и др.).

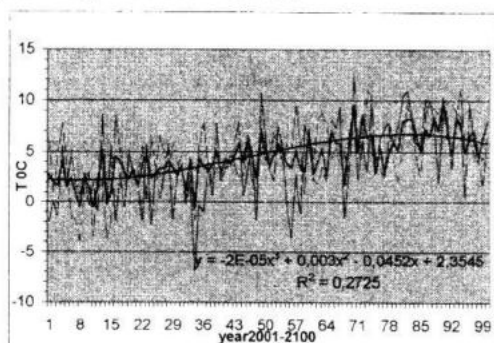
Цель настоящей работы – проверить степень совпадения различных вариантов расчета модели ЕСНАМ5 для Черноморского региона при четырех различных вариантах счета по температуре. Модель ЕСНАМ5 одна из наиболее обеспеченных по этим параметрам из всех, представленных на сайте СМIP3[2]. У других моделей количество вариантов варьирует от 1 до 4. На рис. 1 построены среднемесячные температуры за сто лет для января, варианты счета 1 – 4. Все расчеты прогностические от 2001 до 2100 года выполнены для сценария А1В [2, 3]. Жирным выделена средняя температура и для неё построена линия тренда.



Р и с. 1. Среднемесячные температуры за сто лет для января. Варианты счета 1-4. Жирным выделена средняя температура и для неё построена линия тренда

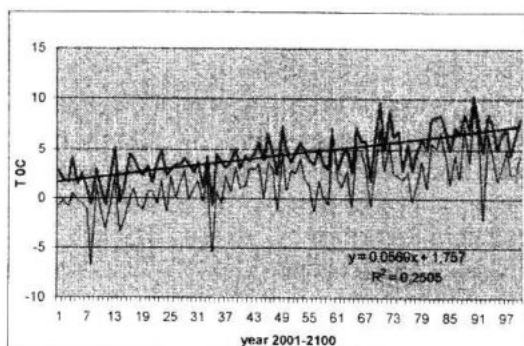
Видно, что все варианты счета достаточно сильно различаются между собой. Из особенностей графиков можно заметить, что даже старт происходит из разных точек. Это не ошибка, так как каждая точка на графике показывает среднемесячную температуру. Хотя все варианты стартуют практически с одинаковыми условиями, но за время прошедшее с начала счета (1860 г.) погода в Черноморском регионе у них становится существенно разной, что и отражено на графике температуры – от -2°C до $+6^{\circ}\text{C}$ для начального месяца счета. Диапазон расхождения среднемесячной температуры достигает $14 - 15^{\circ}\text{C}$. По величине тренда расхождение не столь велико и достигает $2 - 4^{\circ}\text{C}$ для отдельных вариантов расчета.

Величина тренда за сто лет для Черноморского региона составляет 5,69 °С. Величина R^2 показывает какую часть изменчивости описывает линия тренда. В данном случае она составляет для средней температуры 25,05 % и это низкая достоверность при такой высокочастотной по сравнению с трендом изменчивости. Если же построить тренд третьего порядка (рис. 2), то $R^2 = 27,25$ становится немного больше, а величина столетнего тренда получается на два градуса меньше – 3,6 °С. Так же на графике видна хорошая длиннопериодическая изменчивость порядка 160 лет, но её достоверность невелика.



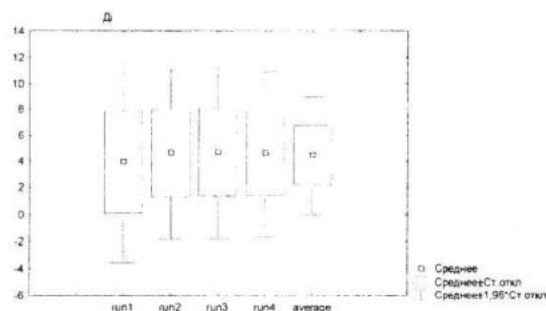
Р и с. 2. Среднемесячные температуры за сто лет для января варианты счета 1-4. Жирным выделена средняя температура и для неё построена линия тренда третьего порядка

На рис. 3 для средней температуры построено стандартное отклонение по четырем расчетам. Видно, что линия тренда выходит за пределы стандартного отклонения 7 раз за сто лет. Это показывает, что изменчивость превалирует над трендом и достоверность данного тренда незначима.



Р и с. 3. Стандартное отклонение, построенное по 4 расчетам. Линия температуры проходит внутри стандартного отклонения

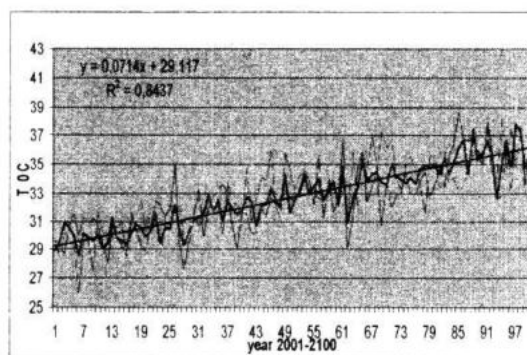
На рис. 4. для графиков температуры построена по четырем расчетам диаграмма изменчивости. Видно; что 2, 3 и 4 расчеты приблизительно одинаковы по диапазону изменчивости, а первый на два градуса больше. Для осредненной величины размах температуры составляет 9 °С. Для первого расчета 15 °С, а для 2, 3 и 4 расчетов – 13 °С.



Р и с. 4. Диаграмма изменчивости графиков температуры

Логично считать счет номер 1 недостоверным и не учитывать его при прогнозах.

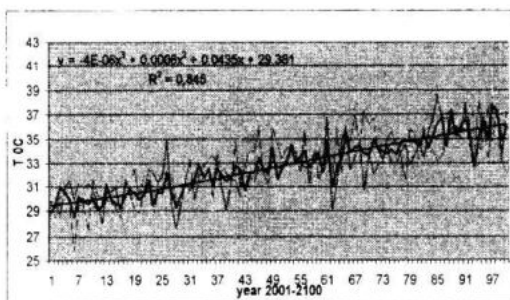
На рис. 5. построены среднемесячные температуры за сто лет для июля, варианты счета 1 – 4. Жирным выделена средняя температура и для неё построена линия тренда.



Р и с. 5. Среднемесячные июльские температуры варианты счета 1-4. Жирным выделена средняя температура и для неё построена линия тренда

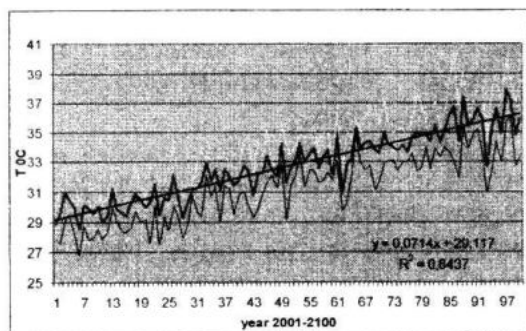
За 100 лет величина тренда составила 7 °С. Значимость тренда составляет 84,3 %. То есть тренд для летних месяцев превалирует над изменчивостью.

На рис. 6 построены среднемесячные температуры за сто лет для июля. Варианты счета 1 – 4. Жирным выделена средняя температура и для неё построена линия тренда третьего порядка.



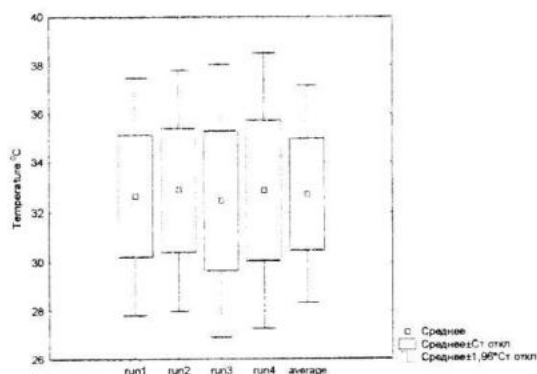
Р и с. 6. Среднемесячные июльские температуры варианты счета 1 – 4
Жирным выделена средняя температура и для неё построена линия тренда третьего порядка

Видно, что отличия от предыдущего графика небольшие, что еще раз подтверждает высокую достоверность линейного тренда.



Р и с. 7. Стандартное отклонение для июльских температур, построенное по 4 расчетам. Линия температуры проходит внутри стандартного отклонения

На рис. 8. приведена диаграмма изменчивости графиков температуры, построенная по четырем расчетам для июля.



Р и с. 8. Диаграмма изменчивости для среднеиюльских температур

По сравнению с февральской диаграммой такого сильного выпадения одного из месяцев не видно. Величина размаха температуры колеблется от девяти с половиной до одиннадцати с небольшим градусов Цельсия. Для осредненной величины размах температуры составляет 9 °С.

Из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что модель ECHAM5 более стабильно описывает летние месяцы для региона Черного моря и не столь зависима от разброса начальных условий, как в случае с зимними месяцами. То есть летний период является стабилизирующим фактором в климатическом смысле.

Закключение. Результаты прогностического расчета по модели ECHAM5 для зимних месяцев, для Черноморского региона при разных начальных условиях в пределах принятой погрешности дают разброс среднемесячной температуры 2 – 2,5 °С. Для летних месяцев разброс среднемесячной температуры составляет 2 – 2,3 °С. Всегда существует вероятность при одном из вариантов расчета попасть в область завышающую либо занижающую значения температуры для исследуемого региона, что может приводить к систематическим погрешностям равным или даже превышающим величину столетнего тренда. Величины трендов за столетний период сценария A1B составляют для зимних месяцев 5,7 °С, а для летних – 7,1 °С. Для зимних месяцев величина тренда является слабо значимой (27 %) и существенно значимой (84 %) для летних.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Proceedings on World Climate Change Conference/ WMO/IPCC/IGCE.- Moscow. - 2007.*
2. <https://esg.llnl.gov:8443>
3. *Изменение климата, 2007 г. – Обобщающий доклад, основывается на оценках МГЭИК (Межправительственная группа экспертов по изменению климата) (ISBN 978 0521 88010-7.*