

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський державний екологічний університет

**МЕТЕОРОЛОГІЯ, КЛІМАТОЛОГІЯ
ТА ГІДРОЛОГІЯ**

МІЖВІДОМЧИЙ НАУКОВИЙ ЗБІРНИК УКРАЇНИ

Заснований у 1965 р.

В И П У С К 50

Ч а с т и н а 1

**Одеса
Екологія
2008**

Хохлов В.Н.¹, д.геогр.н., **Иванов А.В.²**.

¹ Одесский государственный экологический университет

² ФГУ ГАМЦ Росгидромета, г. Москва

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПИСАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА В КОНЦЕ XX – НАЧАЛЕ XXI ВЕКА

Проводится анализ полей составляющих совокупного индекса изменения климата над Европой за последние 29 лет. Наиболее ярко изменения в полях аномалий осадков и температуры прослеживаются в Арктике и некоторых регионах Западной Европы, тогда как Россия и Украина были подвержены слабым изменениям климата.

Введение

В качестве наиболее яркого проявления современного потепления климата чаще всего рассматривается тренд глобальной температуры, которая за последние 100 лет выросла на $0,74 \pm 0,18$ °C, причем наиболее интенсивное потепление наблюдалось с конца 1970-х годов [1]. Анализ такого тренда, основанного на средних за год температурах, тем не менее, может привести к не вполне адекватным выводам, в пользу чего можно привести вполне тривиальное рассуждение. Если в течение конкретного года средняя за холодный период температура понизилась относительно нормы на, допустим, 2 °C, а аналогичная характеристика за теплый период повысилась на те же 2 °C, средняя за год температура соответствует норме. Однако, согласно приведенным выше значениям, в течение этого конкретного года наблюдались «аномально» холодная зима и жаркое лето. Естественным, что такой год может рассматриваться как «неблагоприятный» для сельского хозяйства, если учитывать только термический режим в течение года. Именно поэтому в последнее время появились работы [2-4], в которых как «изменение климата» рассматривается не тренд определенной гидрометеорологической величины, а некий индекс, обобщающий количественные показатели климата, такие как характеристики изменчивости температуры и осадков, как, например, количество аномально холодных (или теплых) лет и отдельных сезонов по отношению к базовому периоду.

В работе [4] анализировалось пространственное распределение совокупного индекса изменения климата (CCI) над Европой, что позволило выявить регионы, где временная изменчивость характеристик температуры и осадков была наибольшая, а также сделать вывод об эффективности предложенной Бейтигом и др. [3] методологии. Целью же настоящей статьи является аналогичный анализ полей отдельных составляющих этого индекса, что, с нашей точки зрения, представляет научный интерес и

позволит более детально определить региональные особенности аномальных проявлений изменения климата.

Материалы и методы исследования

В настоящей работе, исследуются происшедшие изменения климата на основе среднемесячных данных о приземной температуре и месячных сумм осадков с января 1949 по декабрь 2006 гг. Область расчета ограничена 30° и 80°с.ш. и 20°з.д. и 60°в.д.; шаг сетки по широте составляет 1,875°, а по долготе – ~1,9°. Совокупный индекс изменения климата рассчитывается по формуле:

$$CCI = \frac{TI + PI}{2}, \quad (1)$$

$$TI = \frac{TI1 + TI2}{2}, \quad PI = \frac{PI1 + PI2}{2}, \quad (2)$$

$$TI1 = \frac{ICY + IHY}{2}, \quad TI2 = \frac{ICW + ICW + IHS + ICS}{4}, \quad (3)$$

$$PI1 = \frac{IWY + IDY}{2}, \quad PI2 = \frac{IWW + IDW + IWS + IDS}{4}.$$

Введенные в формулу (3) обозначения поясняются в табл. 1.

Так как предполагается аномальность событий, необходимо рассчитывать индикаторы на основе сравнения с характеристиками базового периода. Для этого в настоящей работе данные разбиваются на две "эпохи" – 1949-1977 гг. и 1978-2006 гг. – по 29 лет каждая и первая из них используется в качестве базового периода для определения изменений климата во второй.

Для количественного описания отдельных индикаторов используется принцип "1 раз в 20 лет", который подробно описывается в работах [3, 4].

Таблица 1 – Индикаторы, суммируемые в совокупный индекс изменения климата

Индикатор	Описание
<i>ICY, IHY</i>	Количество аномально холодных и жарких годов по отношению к базовому периоду
<i>ICW, IHW</i>	Количество аномально холодных и жарких зим по отношению к базовому периоду
<i>ICS, IHS</i>	Количество аномально холодных и жарких лет по отношению к базовому периоду
<i>IDY, IWY</i>	Количество аномально сухих и влажных годов по отношению к базовому периоду
<i>IDW, IWW</i>	Количество аномально сухих и влажных зим по отношению к базовому периоду
<i>IDS, IWS</i>	Количество аномально сухих и влажных лет по отношению к базовому периоду

Результаты исследования и их анализ

На рис. 1-3 представлены результаты расчета индикаторов, описанных в табл. 1. Если рассматривать только континентальную Европу, то можно отметить тот факт, что наибольшие изменения климата были связаны с увеличением количества жарких и сухих годов, тогда как количество аномально холодных годов увеличилось только в центре Скандинавии, а влажных годов – на Верхней Волге. Почти каждый третий год на побережье Северного и Балтийского морей, в Италии и Крыму был аномально жарким, а в Центральной Европе и Испании каждый второй год был аномально сухим (в Винницкой области – каждый третий). С другой стороны, для пространственного распределения практически всех индикаторов характерна значительная неоднородность, причем количество аномально холодных и влажных годов в большей степени увеличилось над океанами, а жарких и сухих – над материком (см. рис. 1).

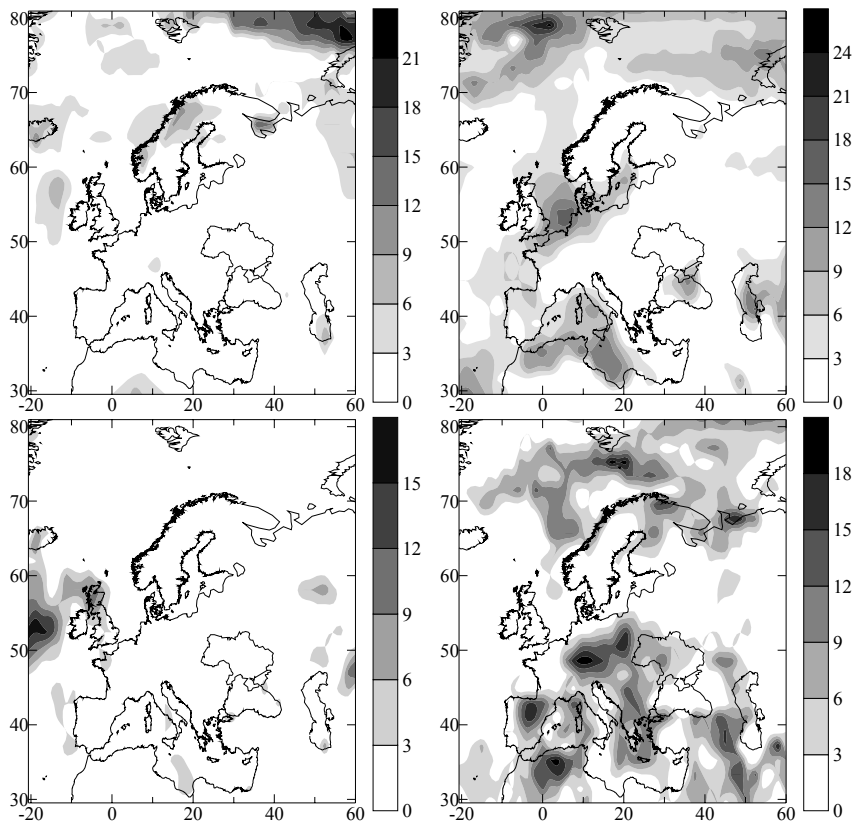


Рис. 1 – Индикаторы *ICY* (вверху слева), *IHY* (вверху справа), *IWY* (внизу слева) и *IDY* (внизу справа).

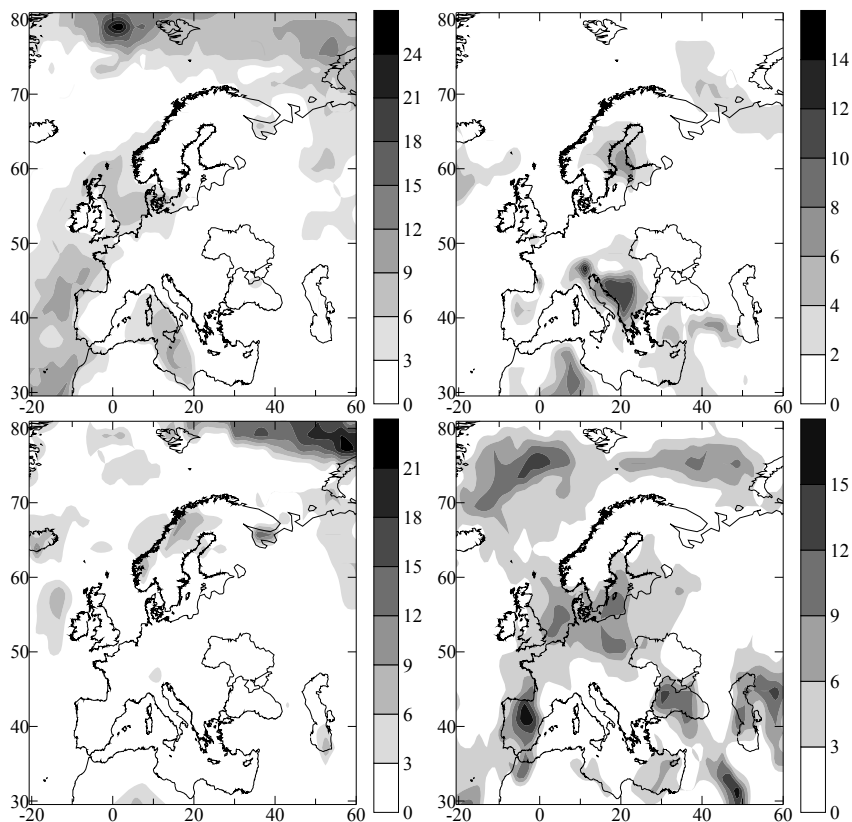


Рис. 2 – Индикаторы *ICW* (вверху слева), *IHW* (вверху справа), *ICS* (внизу слева) и *IHS* (внизу справа).

Если рассматривать температурные аномалии по отдельным сезонам (см. рис. 2), то наиболее замечательным фактом является то, что практически во всей континентальной Европе не наблюдалось аномально холодных зим и лет; исключение составляют лишь Дания с Северной Германией, Республика Коми (где почти каждая пятая зима была аномально холодной), часть Скандинавского полуострова и Средняя Волга. В то же время, над значительными частями материка отмечались аномально жаркие зимы лета. Например, на Балканском полуострове и в Альпах приблизительно каждая третья зима была аномально теплой, что может служить причиной интенсивного таяния ледников в Альпах, наблюдающегося в последние годы. Очень часто жаркие лета наблюдались в Испании, а также на значительных территориях Центральной и Восточной Европы.

Аномально влажные зимы очень редко отмечались над континентом, причем их количество было более-менее значительным лишь над отдельными небольшими регионами. Несколько чаще регистрировались аномально влажные лета, причем в Центральной России и Республике Коми их повторяемость составляла 1 раз в пять лет. Намного большую территорию Европы занимают регионы, где и зимы, и лета, были аномально сухими, причем в Житомирской области такою была каждая 2-3 зима (см. рис. 3).

Выводы

Представленный в настоящей работе анализ составляющих совокупного индекса изменения климата показывает, что над некоторыми регионами континентальной Европы существенным образом увеличилось количество аномально жарких или аномально сухих зим и лет, тогда как аномально холодные и влажные сезоны года отмечались намного реже.

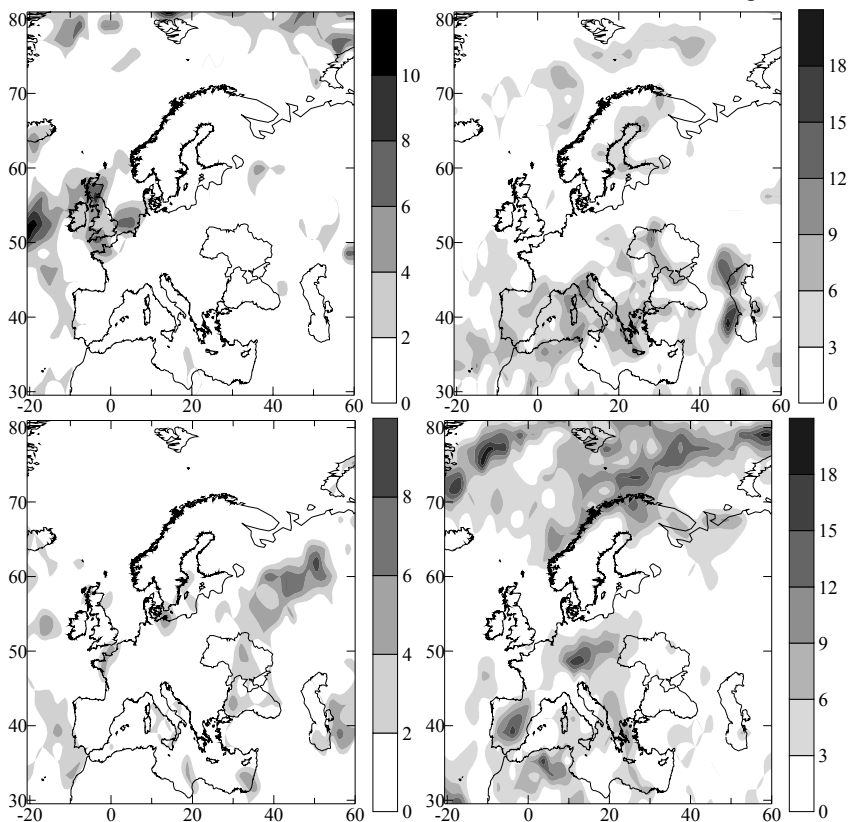


Рис. 3 – Индикаторы *IWW* (вверху слева), *IDW* (вверху справа), *IWS* (внизу слева) и *IDS* (внизу справа).

Наиболее ярко изменения в полях аномалий осадков и температуры прослеживаются в Арктике и некоторых регионах Западной Европы, тогда как Россия и Украина были подвержены преимущественно слабым изменениям климата.

С нашей точки зрения, следующие этапы этого исследования могут быть посвящены изучению аномальных явлений в температуре и осадках, которые имеют место внутри месяца, то есть изучению подлежат не среднемесячные, а среднесуточные данные.

Список литературы

1. *Изменение Климата, 2001 г. Обобщенный доклад.* – Женева: МГЭИК, 2003. – 522 с.
2. *Giorgi F.* Climate change hot-spots // *Geophys. Res. Lett.*, 2006. – V. 33. – L08707.
3. *Baettig M.B., Wild M., Imboden D.M.* A climate change index: Where climate change may be most prominent in the 21st century // *Geophys. Res. Lett.*, 2007. – V. 34. – L01705.
4. *Хохлов В.Н.* Количественное описание изменения климата Европы во второй половине XX века // *Український гідрометеорологічний журнал.* 2007 – Вип. 2. – С. 35-42.

SUMMARY

V.N. Khokhlov, A.V. Ivanov

QUANTITATIVE DESCRIPTION OF CLIMATE CHANGE DURING END OF XX – BEGINNING OF XXI CENTURY

The fields of aggregate climate change index components over Europe for the past 29 years are analysed. The changes in the fields of temperature and precipitation anomalies are more striking in the Arctic and some regions of Western Europe, whereas Russia and Ukraine undergo weak climate changes.