

## АНАЛИЗ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ОСАДКОВ В УКРАИНЕ

*Е.Н. Воскресенская, Е.В. Вышкваркова*

Морской гидрофизический институт  
НАН Украины  
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2  
E-mail: aveiro\_7@mail.ru

*В статье проведен анализ экстремальных осадков зимнего и летнего сезонов по территории Украины в период 1950–2005 гг. Показаны сезонные особенности их пространственного распределения. Оценены линейные тренды экстремальных осадков.*

**Введение.** Считается, что экстремальные значения погодных элементов могут служить хорошими индикаторами возможных изменений климата. Поэтому оценка погодных и климатических экстремальных величин могут способствовать пониманию изменений климата [1].

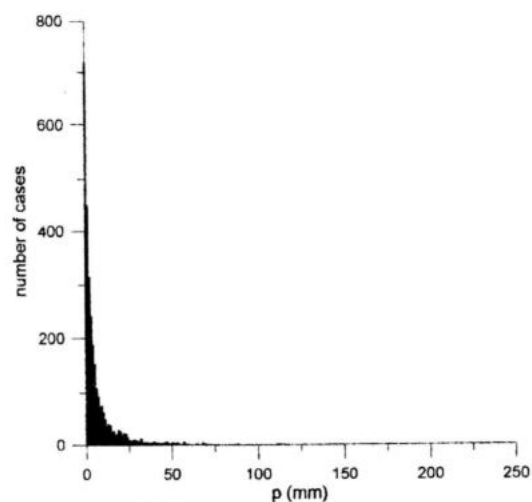
До сих пор нет единого подхода к определению экстремальных осадков. Существует четыре основных подхода к определению экстремальных осадков: вычисление величин абсолютных экстремумов (абсолютный максимум и минимум), расчет граничных величин, вычисление экстремальных величин, основанное на вероятностных характеристиках, и расчет экстремальных величин с помощью меры дисперсии (например, стандартное отклонение) [2]. Другие авторы [3] выделяют два основных метода – пороговое значение и метод аппроксимации рядов суточных осадков теоретическими распределениями. На практике чаще используется два метода: основанный на статистических количествах (например, процентилях), и метод подсчета количества дней превышающих определенное абсолютное значение [1]. Использование индексов, основанных на оценке порогового значения определенной вероятности позволяет учитывать локальные особенности климата.

**Целью** работы является анализ экстремальных осадков зимнего и летнего сезонов по территории Украины за период 1950 – 2005 гг.

**Данные.** Для расчетов использованы данные ежедневных сумм осадков по 22 станциям Украины за период 1950 – 2005 гг. для зимнего (декабрь, январь, февраль) и летнего (июнь, июль, август) сезонов.

**Методика.** В качестве критериев экстремальности в работе использовались индексы осадков 90, 95 и 99%-ного интервала, а также порог экстремальности в 30 мм. Для определения интервалов осадки ранжировались по возрастанию. Значение величин, соответствующих указанным границам, принимались как предельные. Для анализа трендов экстремальных осадков использовались отфильтрованные ряды данных, в которых осадки превышают пороговые значения.

**Результаты.** Сложность анализа суточных осадков заключается в том, что их распределение не соответствует нормальному закону распределения. Оно может быть аппроксимировано Гамма-распределением. На рис. 1 показано гистограмма распределения суточных осадков (для дней с суммами осадков больше 0,1 мм) для зимнего сезона для станции Ай-Петри (1950 – 2005 гг.). Коэффициенты асимметрии и эксцесса равны 4,76 и 25,96 соответственно.



Р и с. 1. Гистограмма распределения суточных осадков для зимнего сезона, станция Ай-Петри (1950 – 2005 гг.)

В работе [4] были предложены индексы экстремальности для температуры и осадков. Согласно рекомендации авторов, пороговым значением выбора дней

с очень сильными осадками считаются осадки более 20 мм/день. Однако в настоящей работе использовалось пороговое значение более 30 мм в соответствии с рекомендациями Гидрометслужбы Украины. Для каждой станции были выбраны абсолютные максимумы за исследуемый период.

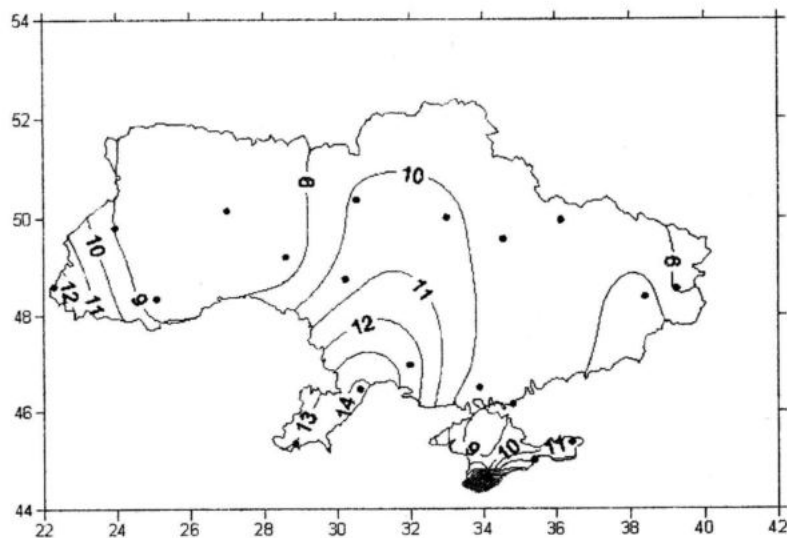
**Зима.** Для Украины характерен преимущественно континентальный тип климата, для которого характерно превышение в три раза количества осадков в теплый период относительно количества осадков в холодный период [5]. В холодный период на большей части территории страны количество осадков составляет 200 – 220 мм, на Донецкой возвышенности – 250 мм. На рис. 2 представлено пространственное распределение 95%-ного интервала суточных осадков для зимнего сезона.

Отметим, что наибольшее количество суточных осадков характерно для станции Ай-Петри с суточным максимумом 215,2 мм 17 декабря 1962 г.

На большей части территории страны значения абсолютных максимумов в зимний сезон за период 1950 – 2005 гг. находятся в пределах 30 – 40 мм, с единичными большими значениями для станций Харьков и Феодосия.

Максимальные значения осадков 95%-ного интервала наблюдаются на западе (Карпатские горы), юге Украины (северо-западное побережье Черного моря) и район Крымских гор (с максимумом в станции Ай-Петри – 28,6 мм) (табл. 1). Правобережная Украина характеризуется равномерным распределением 95%-ного интервала осадков около 10 мм/день. Минимум соответствует Предкарпатыю – меньше 9 мм/день.

**Лето.** В теплый период распределение осадков подобно годовому распределению. Их количество уменьшается с северо-запада на юго-восток от 450 до 300 мм/день и меньше. На побережье морей количество осадков уменьшается до 230 мм/день.



Р и с. 2. Пространственное распределение суточных осадков 95%-ной повторяемости (мм) для зимнего сезона за период 1950 – 2005 гг. (точками показано расположение исследуемых станций)

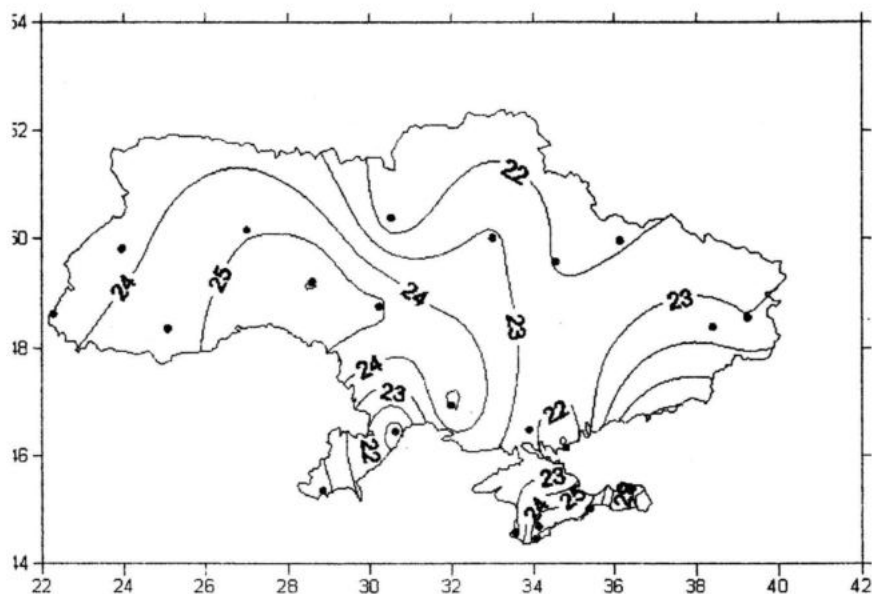
Таблица 1

Пороговые значения экстремальных суточных осадков (мм) для зимнего сезона в Украине, полученных разными методами (1950 – 2005 гг.)

Критерий	Луганск	Одесса	Ай-Петри	Винница	Ужгород	Киев	Феодосия
абс. макс.	37,8	35,2	215,2	29	38,6	34,2	72,6
≥ 30 мм	30	30	30	30	30	30	30
90 %	6,4	9,7	19	5,5	9,3	6,7	7,8
95 %	8,8	14,4	28,6	8,3	12,8	10,2	11,5
99 %	17	23,8	63,7	15,2	21,5	20,9	22,2

Максимальное значение суточных осадков за летний сезон за период 1950 – 2005 гг. наблюдалось для станции Николаев (144 мм) 30 июня 1955 г. Значения больше 100 мм характерны для причерноморского региона, крымских станций и района на западе Украины, охватывающего Черновицкую, Хмельницкую и Винницкую области.

Наименьшее значение суточных осадков 95%-ного (табл. 2) интервала характерно для Одессы (20,3 мм), а наибольшее для Керчи – 30,4 мм. Керчь – единственная станция, значение 95%-ного интервала которой превышает порог в 30 мм, принятый как показатель экстремальности осадков (рис. 3).



Р и с. 3. Пространственное распределение суточных осадков 95%-ной повторяемости (мм) для летнего сезона за период 1950 – 2005 гг. (точками показано расположение исследуемых станций)

Таблица 2

Пороговые значения экстремальных суточных осадков (мм) для летнего сезона в Украине, полученных разными методами (1950 – 2005 гг.)

Критерий	Луганск	Одесса	Ай-Петри	Винница	Ужгород	Киев	Феодосия
абс. макс.	98,4	106,3	94,9	112,0	68,9	88,2	109,2
≥ 30 мм	30	30	30	30	30	30	30
90 %	16,0	13,6	17,9	16,5	17,5	15,3	16,2
95 %	23,0	20,3	25,8	26,1	23,7	21,2	26,0
99 %	38,7	39,0	47,9	45,3	42,5	40,6	55,8

#### Тренды экстремальных осадков.

Во многих публикациях отмечается общее увеличение, как годового количества осадков, так и экстремальных над сушей в результате глобального потепления [6]. В данной работе рассчитаны линейные тренды индекса для двух сезонов по каждой станции и определены их уровни значимости.

Пространственное распределение трендов экстремальных осадков показы-

вает сложную структуру и выраженную сезонность. Часто соседние станции имеют разную направленность трендов экстремальных осадков. Для оценки трендов обычно используют индексы «умеренной» экстремальности, то есть 90 и 95 %-ные интервалы. Для зимнего сезона характерны отрицательные тренды для большей части территории Украины, за исключением восточного региона,

Закарпаття, а также станций Полтава и Феодосия (табл. 3).

Для летнего сезона характерна другая картина (табл. 4), когда преобладают

положительные тренды экстремальных осадков. Отрицательные тренды наблюдаются на западе страны, на некоторых причерноморских станциях и в Киеве.

Таблица 3

Тенденции экстремальных осадков (дни/10 лет) для выбранных станций Украины за зимний сезон (1950–2005 гг.)

Критерий	Луганск	Одесса	Ай-Петри	Винница	Ужгород	Киев	Феодосия
≥ 30 мм	0,0008	-0,002	-0,027**	–	0,0006	-0,0026	0,0065*
90 %	0,018	-0,012	-0,03	-0,045*	-0,006	-0,039*	0,0027
95 %	0,017	-0,004	-0,029**	-0,023*	0,017*	-0,007	0,011
Уровень значимости: 80% – * 90% – ** 95% – *** 99% – ****							

Таблица 4

Тенденции экстремальных осадков (дни/10 лет) для выбранных станций Украины за летний сезон (1950–2005 гг.)

Критерий	Луганск	Одесса	Ай-Петри	Винница	Ужгород	Киев	Феодосия
≥ 30 мм	0,012*	-0,005	0,0012	0,016**	-0,009	-0,007	0,007
90 %	0,035***	0,026**	0,0153	0,025*	-0,01	-0,011	0,018*
95 %	0,024***	0,015*	0,0032	0,019*	-0,007	-0,011	0,013

**Заключение.** Пространственно-временная изменчивость экстремальности осадков (95%-ый интервал) в период 1950–2005 гг. характеризуется выраженной сезонностью экстремальных осадков по территории страны.

В поле линейных трендов экстремальных осадков в период 1950–2005 гг. отмечено преобладание отрицательных значений в зимний период, а положительных – в летний

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Klein Tank A.M.G., Zwiers F.W., Zhang X. Guidelines on analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation Climate Data and Monitoring // WCDMP – 2009. – 72. – 56 pp.
2. Ustrnul Z, Wypych A., Kosowski M. Extreme temperatures and precipitation in Poland – an evaluation attempt // Meteorol. Zeitschrift. – 2012. – 21. – № 1. P. 37–47.
3. Zolina O., Kapala A., Simmer C., and Gulev S.K. Analysis of extreme precipi-

tation over Europe from different re-analyses a comparative assessment // Global and Planetary Change. – 2004. – 44. – P. 129–161.

4. Peterson T.C., Folland C., Gruza G., Hogg W., Mokssit A., and Plummer N. Report on the activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs 1998–2001 // World Meteor. Organisation Rep, WCDMP-47, WMO-TD 1071, Geneva, Switzerland. – 2001. – 143 pp.
5. Клімат України. За редакцією В.М.Ліпінського, В.А. Дячука, М.Бабіченко – К.: Видавництво Раєвського. – 2003. – С. 311–330.
6. IPCC, 2012: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Ed. by Field C.B., Barros V., Stocker T.F., Qin D., Dokken D.J., et al. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA. – 582 pp.