

такої алгоритмізації та досвіду дослідження РЛТХС у перспективі дасть змогу уникнути низки екологічних проблем і розробити заходи щодо оптимізації стану сучасних та майбутніх ландшафтно-інженерних і ландшафтно-техногенних систем. На основі вивчення річкових ландшафтно-технічних систем варто було б створити певні моделі, де можна спостерігати хід процесів взаємодії людини, технічного й природного блоків системи, та проектувати доцільність "включення" нового класу антропогенних ландшафтів у фоновий натуральний.

1. Анисимов Н. Гидроэлектрические станции / Н. Анисимов, А. Эсен // Техническая энциклопедия : [в 26 т.]. – М. : Советская энциклопедия, 1929. – Т. 5. – С. 570–593. 2. Вишневський В. І. Річки і водойми України. Стан і використання : монографія / Вишневський В. І. – К. : Віпол, 2000. – 376 с. 3. Гамалій І. П. Еколого-географічні аспекти водних ландшафтно-інженерних систем (ВЛІС) басейну р. Рось / І. П. Гамалій // Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія : Географія. – Вінниця. – 2008. – Вип. 15. – С. 54–58. 4. Денисик Г. І. Антропогенні ландшафти Правобережної України : монографія / Денисик Г. І. – Вінниця : Арбат,

1998. – 292 с. 5. Денисик Г. І. Антропогенні ландшафти річища та заплави Південного Бугу : монографія / Г. І. Денисик, О. Д. Лаврик. – Вінниця : ПП "ТД "Едельвейс і К", 2012. – 210 с. – (Серія: "Антропогенні ландшафти Правобережної України"). 6. Денисик Г. І. Водні антропогенні ландшафти Поділля : [монографія] / Денисик Г. І., Хаєцький Г. С., Стефанков Л. І. – Вінниця : ПП "Видавництво "Теза", 2007. – 216 с. – (Серія "Антропогенні ландшафти Поділля"). 7. Денисик Г. І. Сучасні антропогенні ландшафти річища Південного Бугу / Г. І. Денисик, О. Д. Лаврик // Український географічний журнал. – 2011. – № 3. – С. 33–37. 8. Лаврик О. Д. Поширення млинів на Побужжі та їх вплив на трансформацію річища і заплави Південного Бугу / О. Д. Лаврик // Історія української географії. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2008. – Вип. 18. – С. 35–42. 9. Мильков Ф. Н. Человек и ландшафты. Очерки антропогенного ландшафтоведения / Мильков Ф. Н. – М. : Мысль, 1973. – 224 с. 10. Нееф Э. Теоретические основы ландшафтоведения / Нееф Э. ; [пер. с нем. А. В. Дроздова]; ред. и послесл. Д. Л. Арманды. – М. : Прогресс, 1974. – 220 с. 11. Яценчук Ю. В. Ландшафтно-технічні системи міст центрального лісостепу України (на прикладі міста Вінниці) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : спец. 11.00.11 "Констр. географія і рац. використання прир. ресурсів" / Ю. В. Яценчук. – К., 2004. – 19 с.

Надійшла до редколегії 19.09.12

УДК 551.582

В. Тимофєєв, канд. геогр. наук, О. Татарчук, О. Щеглов, студ.

ДЕТАЛІЗАЦІЯ БАГАТОРІЧНОЇ ЗМІНИ АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ У ЛІТНІЙ СЕЗОН

За даними місяців літнього сезону ОГМС Київ, а також оточуючих станцій за період 1951-2010 рр. встановлені багаторічні тенденції загальної кількості опадів, днів з явищем, добової кількості. Отримано значну відмінність між окремими місяцями: у червні та липні спостерігаються додатні тренди кількості опадів та днів з явищем, а у серпні – від'ємні тенденції. Проведена деталізація шляхом введення порогу значних опадів показала найбільше зростання добової кількості у червні у останні десятиліття, зменшення – у серпні. Проаналізовано стан атмосферної циркуляції на середньому рівні, як чинника посилення добової інтенсивності опадів на початку літа.

Ключові слова: загальна кількість опадів, день з явищем, добова кількість, небезпечні явища, циркуляція атмосфери, значимість трендів.

По данным месяцев летнего сезона ОГМС Киев, а также окружающих станций за период 1951-2010 гг. установлены многолетние тенденции общего количества осадков, дней с явлением, суточной интенсивности. Получено значительное отличие между отдельными месяцами: в июне и июле наблюдаются положительные тренды количества осадков и дней с явлением, а в августе – отрицательные. Проведенная детализация путем введения порога значительных осадков показала наибольший рост суточной интенсивности в июне в последние десятилетия, и уменьшение – в августе. Проанализировано состояние атмосферной циркуляции на среднем уровне как возможной причины усиления суточной интенсивности осадков в начале лета.

Ключевые слова: общее количество осадков, день с явлением, суточная интенсивность, опасные явления, циркуляция атмосферы, значимость трендов.

Trends in total precipitation amount, days with precipitation and its daily intensity were obtained according to the data of Kyiv station and surrounding stations for the summer season of 1951-2010. Significant difference among individual months is detected, with an increase in total precipitation amount and days with precipitation in June and July, and decrease – in August. Detail specification is done by means of threshold of significant precipitation, with its daily intensity growth in June, and reduction in August. It is shown that the state of the atmospheric circulation at the mid-level is a background of changes in daily precipitation amount at the beginning of summer.

Keywords: total precipitation amount, days with precipitation, daily intensity, extreme events, atmospheric circulation, trend significance.

Постановка проблеми. Атмосферні опади є одним із найважливіших кліматичних показників. Вони є характеристикою зволоження головним джерелом поновлення водних запасів і вологі у ґрунті. Значні опади складають велику частину місячної кількості опадів, особливо в літній період, тому дослідження значних опадів є особливо актуальним для економіки, зокрема, аграрної галузі, транспорту. Іноді значні опади мають особливо небезпечні наслідки, з утворенням паводків у західному регіоні (Українські Карпати), а також в будь-якому регіоні під час тривалого або сильного дощу (зливи) чи тривалого снігопаду. Завчасний прогноз значних опадів є передумовою успішної адаптації до можливих наслідків.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. існує низка визначень значних опадів, як за тривалістю так і інтенсивністю [2, 3, 5, 6, 10]. Атмосферні опади у практиці вітчизняної Гідрометслужби поділені за інтенсивністю на небезпечні (НЯ) і стихійні гідрометеорологічні явища (СГЯ). В цілому впродовж останніх десятиліть спостерігається підвищення ймовірності значних опадів, що зазначалось у попередніх звітах Міжурядової комісії зі змін клімату (IPCC), а в поточному році вийшов спеці-

альний звіт, присвячений проблемам адаптації до природних небезпечних явищ, в тому числі до атмосферних опадів [8]. В ньому зазначено, що на фоні незначних змін загальної кількості опадів, значущі додатні тренди має добова кількість опадів. В останні десятиліття за даними станцій України відзначено зростання випадків дуже сильного дощу, сильного зливи, а також сильного снігопаду [6].

В цілому, опади зумовлені загальними циркуляційними факторами та їх регіональними проявами. Зокрема, значні опади формуються під час переміщення південних циклонів та атмосферних фронтів або їх загострення, а також малорухомих висотних циклонів. [2, 5, 6]. Зміна типів циркуляції атмосфери, пов'язана з глобальним потеплінням, сприяє зміні режиму опадів.

Метою роботи є дослідження багаторічної зміни режиму атмосферних опадів за даними ОГМС Київ та низки оточуючих станцій через аналіз загальної кількості опадів, кількості днів з явищем, їх добової інтенсивності, та характеристик значних опадів більше визначеного порогу.

Методика дослідження. Кількість опадів визначалась за критерієм > 1мм, за цим же критерієм відбира-

лись дні з опадами. Використовувались дані бази даних регіонального кліматичного центру ECAD (<http://eca.knmi.nl/>), а також дані Центральної геофізичної обсерваторії. Згідно методики обробки ECAD, значні опади визначались за кількістю ≥ 10 мм., а дуже сильні ≥ 20 мм. Дані вимірювань приземної температури і опадів перевірені на однорідність згідно методики [9].

Добова інтенсивність опадів розраховується як відношення кількості опадів до кількості днів з опадами:

$$r_i = \frac{\sum P_m}{n_m}$$

де P_m – сума опадів за місяць за період дослідження m , n_m – кількість днів з опадами за період m . В нашій роботі $m=60$ рік (1951-2010 рр.).

Статистична значимість коефіцієнтів трендів була оцінена за допомогою критерію Стюдента та коефіцієнту детермінації (r) між лінією тренду та відповідними точками емпіричного ряду [7]:

$$t^* = \frac{r}{\sigma_r} = \frac{r \cdot \sqrt{N-1}}{\sqrt{1-r^2}}$$

Значення t^* порівнювалось із табличним (для довжини ряду 60 і рівня значимості 95 %)

Виклад основного матеріалу. Багаторічна зміна кількості опадів більше 1 мм у літні місяці характеризується зростанням у червні і липні, і зменшенням у серпні, хоча через значну міжрічну мінливість та величини лінійних трендів статистично незначущі (рис. 1). Таким чином відзначено сезонний хід, з найбільшим зростанням кількості опадів у червні, і зменшенням – в серпні. Багаторічна зміна кількості днів з опадами має незначущий додатний тренд у червні-липні, і статистично значущий від'ємний у серпні ($-0,83$ дні/десятиліття). Оскільки багаторічна зміна кількості опадів та днів з опадами мають однаковий знак у відповідні місяці, і кількість днів з опадами зростає менш інтенсивно у червні-липні, тренд добової інтенсивності опадів незначущий додатний і дорівнює у червні $0,10$, у липні $0,04$ мм/доба за десятиліття. Добова інтенсивність опадів у серпні зростає за рахунок зменшення кількості опадів і складає $0,20$ мм/доба за десятиліття.

Далі визначимо характеристики значних опадів. Аналогічно величинам лінійного тренду загальної кількості опадів, кількість днів із опадами ≥ 10 мм у Києві збільшується з червня по серпень, причому у червні-липні відбувається зростання кількості опадів, а у серпні – зменшення (табл. 1).

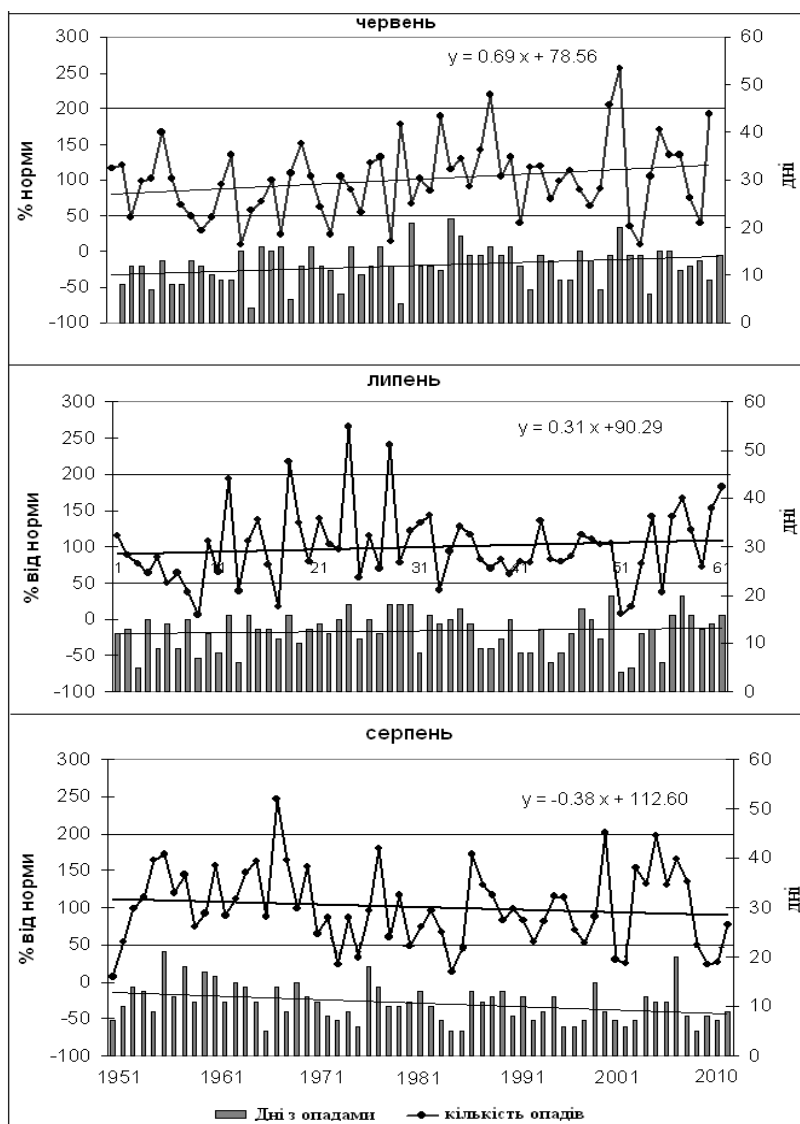


Рис. 1. Багаторічний хід кількості опадів, днів з опадами > 1 мм, червень-серпень, Київ, 1951-2010 рр. Рівняння регресії наведено для лінійних трендів кількості опадів.

Порівнюючи тенденції характеристик опадів різної інтенсивності, зауважимо, що добова інтенсивність значних опадів у червні зростає за рахунок значних опадів,

а у липні-серпні зростає за рахунок опадів градацій меншої інтенсивності.

Таблиця 1. Коефіцієнти лінійного тренду характеристик атмосферних опадів більше 10 мм на добу (за десятиліття) днів з опадами, добової інтенсивності, Київ (червень-серпень), інші станції України (червень), 1951-2010 рр.

станція	Кількість, мм		дні з опадами		Добова інтенсивність, мм/доба	
	коэф. тренда	t*	коэф. тренда	t*	коэф. тренда	t*
Київ,						
червень	3.04	1.91	0.12	0.77	0.92	1.09
липень	2.03	1.80	0.24	1.24	0.02	0.64
серпень	-1.43	1.65	0.10	0.68	-1.54	2.22
Житомир	9.72	3.30	0.44	2.77	0.91	1.15
Полтава	8.23	3.82	0.33	4.31	2.03	2.18
Кіровоград	4.94	1.69	0.21	1.48	1.84	2.31
Вінниця	7.70	2.51	0.23	1.88	2.02	1.12
Одеса	0.34	0.15	0.03	0.02	0.33	0.25

Примітка. Значущі коефіцієнти тренду виділені разом із значеннями критерію Стюдента (t*). для довжини ряду N=60 при $p=95\%$, $t_{\text{крит.}} = 2.003$.

Оскільки зростання добової інтенсивності опадів понад 10 мм на добу відзначено тільки у червні, спробуємо підтвердити цей висновок даними про багаторічну мінливість на станціях навколо Києва, а також Одеси. Для всіх обраних пунктів отримано додатні коефіцієнти трендів кількості опадів, днів з явищем, добової кількості опадів, а статистично значущі додатні тренди отримано у Полтаві (для всіх показників), Житомирі (двох перших), Вінниці (кількості опадів), Кіровограді (добової кількості). В Одесі також зареєстровано зростання кількості опадів (0.3 мм/десятиліття), але коефіцієнт тренду незначущий.

Таким чином, на обмеженій території навколо Києва підтверджується наявність зростання кількості опадів, днів з явищем та добової інтенсивності опадів більше 10 мм; у половині пунктів отримано статистичну значимість змін.

Значущість лінійних трендів показників атмосферних опадів зазвичай не завжди вдається отримати через існування значних міжрічних коливань. На рис. 2 наведено багаторічну зміну добової кількості опадів за даними ОГМС Київ для червня-серпня, у вигляді сум за окремі 5-річні періоди. Оскільки у червні наявні щонайменше дві точки зміни знаку тренда, тому були

додатково розраховані тренди для періодів зменшення добової кількості опадів у 1951-1985 рр., і зростання 1986-2010 рр. Загальне зростання добової кількості опадів відбувається за рахунок того, що в останні три п'ятиріччя кількість опадів була більшою (в останній п'ятиріччя 2005-2010 рр. максимальною), ніж в у перші п'ятиріччя періоду дослідження. Зниження кількості значних опадів у 1961-1985 рр. співпадає з значною повторюваністю та тривалістю посушливих явищ (приклади посух 1968, 1972, 1975, 1979, 1981 рр.) [4]. Впродовж останніх десятиліть посух на початку літа зареєстровано значно менше [3].

Таким чином, кількість значних опадів в червні збільшується, а з іншого боку, вони стають інтенсивнішими при нормуванні на кількість днів з явищем, причому тенденція посилюється у останнє десятиліття.

У липні і серпні на фоні загального зменшення добової кількості опадів, спостерігаються значні зміни практично кожні 5-10 років. На відміну від червня, у липні добова інтенсивність в цілому зменшується за рахунок більшої кількості днів з опадами, а у серпні за рахунок зменшення кількості опадів > 10 мм.

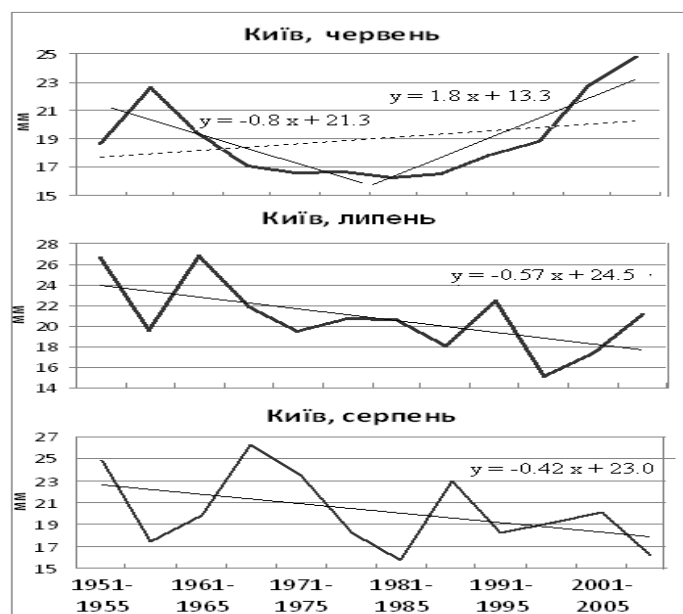


Рис. 2. Добова інтенсивність опадів понад 10 мм за добу по 5-річним періодам, 1951–2010 рр., червень, Київ, лінійний тренд 1951–2010 рр. Для червня лінійний тренд 1951–2010 рр. показаний пунктиром, суцільною лінією – тренди 1951–1985 і 1986–2010 рр. з рівняннями регресії