

максимуму на півдні країни, зокрема на півночі Херсонської області, що зумовлено суттєвим збільшенням температури повітря, зменшенням кількості опадів, зростанням тривалості бездощового періоду та збільшенням кількості днів з високим класом пожежної небезпеки за умовами погоди в цьому регіоні.

За ступенем напруженості природної пожежної небезпеки в Україні виділено три зони з незначною, помірною та великою пожежною напруженістю. Аналіз запропонованого піролого-кліматичного районування України за ступенем напруженості природної пожежної небезпеки та фізико-географічного, лісотипологічного і агроґрунтового районування України показав, що вони добре узгоджується. Так, зоні з незначною напруженістю природної пожежної небезпеки відповідає зона мішаних і широколистих лісів, Карпати та Південнобережнокримська область Кримських гір, у яких відповідно до лісотипологічного районування переважають вологі ліси, а ґрунти, згідно з агроґрунтовым районуванням, мають підвищену і помірну вологість. Зоні з помірною напруженістю відповідає лісостепова зона, Донецький край та Передгірнокримська і Гірськокримська області зі свіжими лісами та агроґрунтови Лівобережна і Закарпатська провінції. Зоні з високою напруженістю природної пожежної небезпеки відповідає степова зона з сухими, дуже сухими та штучними лісами. Найбільш вразливими є середньостепова та південно-степова підзони, особливо Бузько-Дніпровська та Дніпровсько-Молочанська низовинні області.

Таким чином, запропоноване піролого-кліматичного районування України за ступенем напруженості природної пожежної небезпеки добре узгоджується з фізико-географічним, лісотипологічним та агроґрунтовым і може бути використане для удосконалення моніторингу і прогнозування природної пожежної небезпеки, уточнення регламенту роботи лісопожежних служб у регіонах з метою покращення оперативного реагування на лісові пожежі.

#### Список літератури

1. Zibitsev S. Ukraine forest fire report 2010 (2010). *International Forest Fire News (IFFN)*. No. 40. P. 61–75.
2. Ходаков В. Е., Жарикова М. В. Лесные пожары: методы исследования. Херсон: Гринь Д.С., 2011. 470 с.
3. Climate Change (2013): The Physical Science Basis. IPCC Working Group I Contribution to AR5: Approved Summary for Policymakers. <http://www.climate2013.org/spm>.
4. Изменение климата (2007). Обобщающий доклад. Вклад рабочих групп I, II и III в Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата. [под ред. Пачаури Р. К., Райзингер А. и др.]. 2007. Швейцария: МГЭИК.
5. Чаба Матиаша Леса и изменение климата в Восточной Европе и Центральной Азии / под ред. Чаба Матиаша. Рим, 2010. 209 с.
6. Balabukh V., Malyska L. Impact of climate change on natural fire danger in Ukraine. *IDOJARAS: Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, 2017. Vol.121, No 4.
7. Андреев Ю. А. Влияние антропогенных и природных факторов на возникновение пожаров в лесах и населенных пунктах: автореф. дис. на соиск. уч. степ. д-ра техн. наук. ФГУ «Всероссийский ордена «Знак Почета» НИИ противопожарной обороны. Москва, 2003.
8. Коган Р.М., Глаголев В.А. Комплексный индекс напряженности пожароопасных сезонов на основе функций желательности. *Известия Самарского научного центра Российской Академии наук*, 2014. т.16 №1(3). С. 646-649.
9. Барбашова Е.В., Чекулина Т.А., Шуметов В.Г. Статистический подход к формированию функции желательности в задачах экономико-математического моделирования. *Вестник Орел ГИЭТ*, 2015. №2 (32). С. 94–99.
10. Беднова О.В. Использование функции желательности Харрингтона для оптимизации многокритериальной оценки состояния лесных экосистем в условиях урбанизированной территории. *Лесной вестник*, 2011. №7. С. 35–41.

УДК 551.58

**Богушенко А.О., Хоменко І.А.**

*Одеський державний екологічний університет, Одеса*

#### ОЦІНКА ВРАЗЛИВОСТІ МІСТ УКРАЇНИ ДО ТЕПЛОГО СТРЕСУ

**Вступ.** Наслідки змін клімату, викликані антропогенним впливом, стають більш інтенсивними і набувають екстремального характеру. Якщо не буде здійснюватися сукупне зменшення емісій, то збільшення температури перевищить 2°C. Однак, в даний час і в найближчому майбутньому, необхідне зниження викидів неможливо з різних погано

ISSN:2306-5680 Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2019. № 3 (54)

передбачуваних причин. Тому існує безперечна необхідність адаптації суспільства принаймні до деяких змін клімату. До основних потенційних негативних наслідків змін клімату відносять інтенсифікації та збільшення повторюваності хвиль тепла і холоду, тривалі дощові і посушливі періоди, почастишання небезпечних явищ погоди. Особливо схильні до впливу змін клімату міста завдяки значній концентрації населення, наявності розвиненої інфраструктури транспортної системи тощо [1]. У даній роботі детально досліджувалися вразливість міст України до теплового стресу.

**Вихідна інформація.** Аналіз було здійснено на основі рядів добової максимальної температури, отриманих за всі доступні періоди спостережень з сайту [www.ecad.eu](http://www.ecad.eu), і на основі сценаріїв RCP4.5 і RCP8.5 з регіональної кліматичної моделі RACMO2 за 2011-2050 рр. [2, 3] для чотирьох міст України: Київ, Одеса, Полтава, Ужгород.

**Результати дослідження.** Зміна кількості днів з максимальними температурами 30, 35, 40°C і вище, так званих спекотних днів, є одним з показників уразливості міста до теплового стресу [1]. В усіх чотирьох містах України спостерігається тенденція до збільшення спекотних днів.

В м. Ужгород, де спостерігається помірно-континентальний клімат з жарким літом і м'якою зимою, протягом останніх трьох десятиліть відбувається різке зростання аномально спекотних днів. Особливо сильне збільшення було зареєстровано за останні 8 років – 278 днів з температурами 30°C і вище та 33 дні – з температурами 35°C і вище, що перевищує кліматичну норму в 2,5 рази.

В м. Київ, клімат якого характеризується м'якою зимою і теплим літом, в останні два десятиліття, порівняно з кліматичною нормою, кількість спекотних днів зростає в 3 рази і перевищує 170 днів з температурами 30°C і вище і 15 днів з температурами 35°C і більше. В період 1991–2000 рр. було зареєстровано декілька днів з температурами 40°C.

В м. Одеса, клімат якого є помірно-морським з рисами субтропічного, за останні вісім років має місце збільшення кількості днів з максимальними температурами вище 30° в два рази порівняно з попередніми десятиріччями 1991–2000 рр. і 2001-2010 рр. і в чотири рази порівняно з кліматичною нормою. Зміна в кількості днів з температурами 35°C і вище немає яскраво вираженої тенденції до збільшення: за період 2001-2010 рр. таких днів виявилось в два рази більше, ніж за періоди 1991-2000 рр. і 2011-2018 рр. Максимальні температури +40°C і вище не реєструвались в місті.

Клімат м. Полтава є помірно-континентальним з прохолодною зимою і теплим (інколи спекотним) літом. Порівняно з кліматичною нормою кількість спекотних днів в останні вісім років зростає в два рази і складає понад 200 днів, а кількість днів з хвилями тепла – приблизно в 3,5 рази і сягає 148 днів. З 1991 року спостерігається тенденція до збільшення температури у місті: кожного десятиліття кількість спекотних днів і днів з хвилями тепла зростає на 30-50. Інтенсивність і тривалість хвиль тепла порівняно з періодом 1961-1990 рр. суттєво збільшується, але порівняно з попередніми роками 1921-1960 рр. лишається фактично незмінною.

Для більш детального аналізу уразливості міста до теплового стресу було виявлено хвилі тепла з використанням трьох критеріїв – 90-та, 95-та перцентилі і критерій ВМО, і визначено їх інтенсивність. Інтенсивність хвиль тепла визначалась як функція тривалості хвилі і її кумулятивної температури.

В м. Ужгород порівняно з кліматичною нормою кількість днів з хвилями тепла в останні десятиліття збільшилася в 2-4 рази і в період 2011–2018 рр. сягає 80-160 днів за різними критеріями. Розподіл хвиль тепла в площині кумулятивна температура і тривалість хвилі показує, що в останні десятиліття зростає і тривалість, і інтенсивність хвиль тепла. Дані результати досить добре узгоджуються з результатами, отриманими для спекотних днів.

Хвилі тепла з 2001 р. в Києві спостерігаються набагато частіше: їх кількість в два рази більша за кліматичну норму в поточному десятилітті, і в чотири рази – в попередньому, коли відзначався максимум повторюваності кількості днів з температурами вищими за +35°C за весь період спостережень. Інтенсивність хвиль тепла, яка визначалась як функція тривалості та кумулятивної температури, була найбільшою в періоди 1901-1910, 1931-1940, 1941-1950, 2001-2010 рр.

Кількість днів з хвилями тепла в Одесі теж зростає приблизно в два рази порівняно з

минулими десятиліттями і, сягаючи 105 днів з хвилями тепла за період 2011-2018 рр., перевищує кліматичну норму приблизно в 50 разів. В останні десятиріччя інтенсивність і тривалість хвиль тепла зростає порівняно з кліматичною нормою, але практично не перевищує показники хвиль тепла з 1921 по 1950 рр.

В період 1991–2010 рр. в м. Полтава порівняно з кліматичною нормою спостерігалось зростання кількості днів з хвилями тепла на 100-200%, але зменшення в 2-3 рази порівняно з самим теплим десятиліттям 1901-1910 рр., коли за різними критеріями було виділено від 91 до 141 дня з хвилями тепла. Але лише в останні вісім років кількість днів з хвилями тепла вже перевищила показники 1901–1910 рр. на 8–10 днів, що вже дає право виділити десятиліття 2011–2020 рр. як найтепліше за всю історію інструментальних спостережень в місті. Найбільш інтенсивні хвилі тепла спостерігались в періоди 1901–1910, 1951–1960 і 2011–2018 рр.

Сценарії RCP4.5 і RCP8.5, навпаки, для трьох станцій – Київ, Полтава, Ужгород – демонструють істотне зниження в декілька разів кількості спекотних днів і кількості днів з хвилями тепла порівняно з останніми десятиріччями. За обома сценаріями кількість таких днів в середньому не перевищуватиме норму 1961–1990 рр. Виключенням стає м. Одеса, де за обома сценаріями прогнозується зростання кількості днів з температурами 30° і 35°C і вище, а також зростання кількості днів з хвилями тепла приблизно в 1,5 рази порівняно з початком XXI століття.

**Висновки.** В останні десятиріччя в усіх містах України, що розглядались в роботі і характеризували чотири регіони України, має місце зростання кількості спекотних днів і днів з хвилями тепла порівняно з кліматичною нормою, також відбувається інтенсифікація хвиль тепла, що вказує на збільшення вразливості міст до теплового стресу і необхідності здійснення заходів з адаптації до змін клімату.

За сценаріями RCP4.5 і RCP8.5, навпаки, має місце істотне зниження кількості спекотних днів і хвиль тепла для всіх розглядуваних міст України, виключаючи м. Одеса.

Порівняння результатів сценаріїв з фактичними даними за період 2011–2018 рр. вказує на їх погану узгодженість і демонструє, що сценарії погано відбивають сучасні тенденції в змінах клімату, що можна пояснити відсутністю достатньої кількості необхідної інформації і знання причинно-наслідкових зв'язків.

#### Список літератури

1. Оцінка вразливості до змін клімату: Україна : монографія / О.Г. Шевченко та ін. Київ. Myflaer. 2014. – 62 с. 2. Physical processes (CY23R4) / P.W. White // Technical report European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), 2001. 3. HIRLAM-5 Scientific Documentation / P. Undén [et al.] // Technical report Swed. Meteorol. and Hydrol. Inst. Norrköping, Sweden, 2002.

УДК 551.583.1

**Бойчук Д.О.<sup>1</sup>, Сіденко В.П.<sup>1</sup>, Скриник О.А.<sup>2</sup>, Скриник О.Я.<sup>3</sup>, Осадчий В.І.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

<sup>2</sup> Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ

<sup>3</sup> Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН України, Київ

#### ІСТОРИЧНІ ДАНІ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ В УКРАЇНІ (ДО 1850 р.)

Виявлення, обґрунтування та дослідження сучасних змін клімату як правило проводять на основі аналізу часових рядів кліматологічних показників, отриманих з вимірних значень метеорологічних величин. Особливу цінність з точки зору дослідження кліматичних змін, мають довгі часові ряди, які охоплюють і так званий «до індустріальний» період (до ~1850 р). Взагалі, чим ряди довші – тим вони цінніші, оскільки містять більший об'єм інформації щодо особливостей динаміки регіонального клімату. Проте, навіть короткі ряди історичних метеорологічних записів є цінними для наукових досліджень, оскільки вони можуть бути використані для калібрування кліматичних моделей, на основі яких здійснюють розрахунок можливих сценаріїв майбутніх змін клімату, чи створення історичних реаналізів.

Під егідою Всесвітньої метеорологічної організації було створено ряд ініціатив (як на

ISSN:2306-5680 Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2019. № 3 (54)