

Савчук С.В., Тимофеев В.Є., Щеглов О.А., Артеменко В.А., Козленко І.Л.
Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН України, м. Київ

КОРЕЛЯЦІЙНИЙ ЗВ'ЯЗОК МІЖ МЕТЕОРОЛОГІЧНИМИ ВЕЛИЧИНАМИ ПРИ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ЗНАЧЕННЯХ МАКСИМАЛЬНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ

Ключові слова: екстремальні значення максимальної температури повітря; метеорологічні величини; коефіцієнт кореляції; щільність.

Вступ. В багатьох регіонах зростає мінливість, екстремальність клімату, температура повітря, її екстремальні значення, пов'язані з нею величини, явища. Актуальним є вивчення сучасних змін погодних умов, максимальної добової температури, через підвищення амплітуди її сезонних коливань, неодноразове різке підвищення чи зниження в супроводі небезпечних (НЯ), стихійних гідрометеорологічних явищ (СГЯ) погоди, що впливають на погодозалежні галузі економіки [1, 8-12, 14, 20, 35]. Сучасна глобальна температура зростає на близько 0,2 °С за 10 р., швидше у регіонах Росії (коло 0,45-1 °С за 10 р.), середня річна температура Землі може перевищити більш ніж на 2 °С доіндустріальний рівень [3, 6-7, 14]. Зміни клімату, глобальної температури змінюють середню річну, місячну, добову температуру повітря в Україні [8-10, 12, 15]. За даними метеорологічної мережі України, абсолютний максимум досяг 42 °С (12.08.2010 р.) на метеорологічній станції (МС) Луганськ на сході. В останні 20 рр. у центральні місяці року повсюдно по країні середня місячна температура підвищилась відносно 1961-1990 рр. [15]. У холодний (листопад-березень), теплий (квітень-жовтень) періоди року середній максимум температури зазвичай підвищився: в 1991-2014 щодо 1961-1990, 2001-2010 щодо 1991-2000, 2011-2014 щодо 2001-2010 рр. Винятком є його зниження в холодну пору: в 2011-2014 щодо 2001-2010 рр. (більшість країни, зокрема Лівобережжя, крім суміжних районів півночі, північного заходу, Закарпаття) й осередково в 1991-2014 щодо 1961-1990 рр. [20]. У країнах-сусідах зростає кількість НЯ, СГЯ, природних катастроф у 1991-2001 щодо 1960-х рр. [1]. У 1991-2014 рр. в Україні максимальна температура рівня СГЯ (35 °С) є у травні-вересні, зростає її повторюваність у 2001-2010 щодо 1991-2000 рр. у травні-серпні. За 1991-2016 рр. зростає повторюваність посух, зокрема на півдні, сході, південному сході, де найбільше таких температур [5, 13, 18-20].

Об'єкт дослідження – максимальна добова температура повітря за 1991-2016 рр. на мережі 186 МС України. Вихідні данні отримано з таблиць метеорологічних спостережень (ТМС-84) Центральної геофізичної обсерваторії (ЦГО) імені Бориса Срезневського. Методами математичної статистики створено архів даних і вибірку 13 метеорологічних величин на 186 МС України за 1991-2013 рр.: середня, мінімальна, максимальна температура повітря ($T_{\text{сер}}, T_{\text{мін}}, T_{\text{мах}}$, °С); середня, мінімальна, максимальна відносна вологість повітря ($F_{\text{сер}}, F_{\text{мін}}, F_{\text{мах}}$, %); тиск на рівні станції та моря (P_0, P_m , гПа); середня, максимальна (з 8 строків), абсолютна строкова швидкість вітру ($V_{\text{сер}}, V_{\text{мах}}, V_{\text{абс}}$, м/с); кількість опадів (R , мм); висота снігового покриву ($H_{\text{снігу}}$, см). Розраховано поріг екстремальних значень максимальної добової температури рівний їх 95-тій ($T_{\text{мах}_{95p}}$) процентилю. Екстремальними є значення максимальної температури рівні чи вищі їх 95-тої ($T_{\text{мах}_{95p}}$ і вище, °С) процентилю. Сформовано базу даних таких її значень з датами (дні, місяці, роки); її випадками більше ніж на 60 % території, зокрема тривалої екстремально теплої погоди декілька днів поспіль.

Вихідні передумови. У різних країнах використовують: 90-ту центиль, як екстремальний показник, критерій теплих днів, сильної спеки за щоденною максимальною температурою; 95-ту центиль у дослідженні гідрометеорологічної безпеки, НЯ, кліматовразливих районів; відношення суми модулів значень екстремумів температури до суми модулів середніх цих значень даного пункту, як індекс вразливості, показник суворості клімату [1-2, 4, 14, 17, 21]. В Україні критерієм добової температури для сильної спеки, СГЯ є $+35...+40\text{ }^{\circ}\text{C}$; порогом екстремальних значень середнього максимуму є й різниця подвійного середнього квадратичного відхилення (2σ) від середнього максимуму (\bar{T}_{\max}): $(\bar{T}_{\max}+2\sigma)$ [13, 20]. Доцільним є продовжити визначати кореляційні зв'язки між метеорологічними величинами при екстремальних метеорологічних явищах [16] і значеннях температури.

З метою визначення кореляційного зв'язку між метеорологічними величинами при екстремальних значеннях максимальної температури відібрані метеорологічні величини в дати з такими температурами, зокрема більше ніж на 60 % території. Визначено кореляційний зв'язок (коефіцієнт кореляції, K), зокрема статистично значущий ($K \leq -0.6$, $K \geq 0.6$) між метеорологічними величинами в отримані дати. У розрахунку коефіцієнту кореляції враховано довжину ряду (n): $n \geq 30$. Ця умова унеможливила розрахунки влітку. Обраховано частоту випадків зі статистично значущим кореляційним зв'язком між метеорологічними величинами в отримані екстремально теплі дні й отримано їх розподіл за областями у сезони року. У статті використовується поняття щільності кореляції, як кількості випадків статистично значущого кореляційного зв'язку між обраними метеорологічними величинами.

Виклад основного матеріалу дослідження. Встановлено дати, місяці, роки екстремальних значень максимальної температури більше ніж на 60 % території за 1991-2016 рр. (137 випадків), зокрема випадки тривалої екстремально теплої погоди, що спостерігалась декілька діб поспіль. Відмічено роки тривалої екстремально теплої (2000, 2005, 2009 рр.) погоди у 3-4-х місяцях (табл. 1).

Значна частота екстремальних значень максимальної добової температури більше ніж на 60 % території є в 1994-1995, 2000-2002, 2005, 2007-2009, 2012 рр. (частіше в 2001-2016 рр.), особливо в 2000, 2002 рр. й у березні-квітні, серпні, жовтні-грудні (переважно наприкінці перехідних сезонів), рис. 1, а-б.

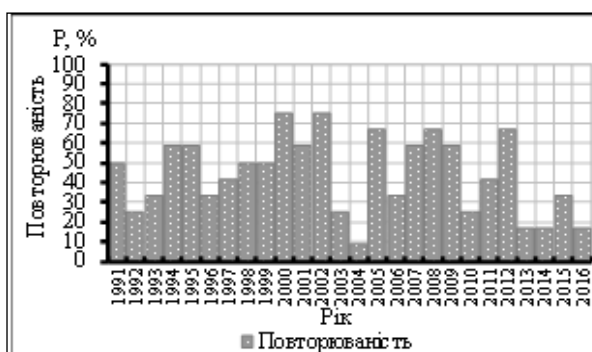
В екстремально теплі дні більше ніж на 60 % території взимку (рис. 2, а-б) в 1991-2013 рр. незначним є поширення випадків (враховуючі їх розподіл по областях за щільністю) статистично значущого при $K \leq -0.6$ кореляційного зв'язку між такими метеорологічними величинами, як: $T_{\text{сер}}, T_{\text{мах}}, T_{\text{мін}}$ і $F_{\text{сер}}$ (з найбільшою щільністю) – деякі області заходу (Закарпатська, Львівська, Івано-Франківська, Чернівецька, Тернопільська обл.), півдня (Дніпропетровська обл., АР Крим); з невеликою кількістю випадків і незначною поширеністю: $P_{\text{м}}$ і $V_{\text{сер}}, V_{\text{мах}}$ – крайній захід (Закарпаття), деякі області півдня (Херсонська обл., АР Крим), $T_{\text{сер}}, T_{\text{мін}}$ і $P_{\text{м}}$ – Закарпаття, $P_{\text{м}}$ і $F_{\text{сер}}$ – деякі області сходу (Донецька, Запорізька обл.), заходу (Закарпаття, Львівська обл.), $F_{\text{сер}}$ і $V_{\text{сер}}, V_{\text{мах}}$ – деякі області півночі (Чернігівська, Київська обл.), поодинокі області заходу (Вінницька обл.), центру (Черкаська обл.).

У такі екстремально теплі дні навесні (рис. 3, а-г) є випадки поширення статистично значущого кореляційного зв'язку при $K \leq -0.6$ між такими метеорологічними величинами: $T_{\text{сер}}, T_{\text{мах}}, T_{\text{мін}}$ і $F_{\text{сер}}, F_{\text{мах}}$ – повсюдно, $P_{\text{м}}$ і $V_{\text{сер}}, V_{\text{мах}}$ – переважно Правобережжя (Волинська, Рівненська, Житомирська, Київська, Чернігівська, Дніпропетровська, Кіровоградська, Черкаська, Вінницька, Хмельницька, Тернопільська, Чернівецька, Львівська, Закарпатська, Одеська, Миколаївська обл.); ще з невеликою щільністю: $T_{\text{мін}}$ і $P_{\text{м}}$; $F_{\text{сер}}, F_{\text{мах}}$ і $V_{\text{сер}}, V_{\text{мах}}$ –

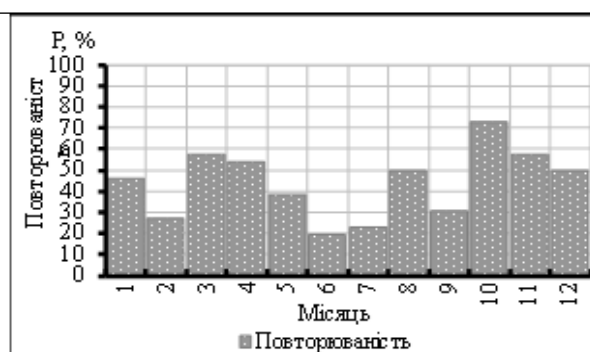
крайній південь (АР Крим), Тсер, Тмін і Vсер – схід (Донецька обл.), Рм і Fсер, Fмах – поодинокі області півночі (Чернігівська обл.), північного заходу (Житомирська обл.).

Таблиця 1. Дати екстремальних значень максимальної температури ($T_{\max_{95p}}$ і вище, °C) більше ніж на 60 % території України, січень-грудень 1991-2016 рр.

Рік	Місяць											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1991	11.01.1991		25.03.1991			18.06.1991		09.08.1991	05.09.1991	01.10.1991		
1992			27.03.1992						01.09.1992	18.10.1992		
1993		05.02.1993	23.03.1993				21.07.1993 22.07.1993					
1994		28.02.1994	26.03.1994		19.05.1994					04.10.1994	01.11.1994 02.11.1994	13.12.1994
1995	27.01.1995		06.03.1995	21.04.1995						12.10.1995 13.10.1995		24.12.1995 25.12.1995
1996			31.03.1996						01.09.1996 02.09.1996		05.11.1996	
1997	24.01.1997		13.03.1997		16.05.1997					10.10.1997	09.11.1997	
1998			05.03.1998		31.05.1998			02.08.1998 03.08.1998			04.11.1998 05.11.1998	
1999					30.05.1999 31.05.1999			10.08.1999		03.10.1999	02.11.1999 03.11.1999	
2000	30.01.2000 31.01.2000			28.04.2000 30.04.2000	28.05.2000 29.05.2000			21.08.2000 22.08.2000		03.10.2000		
2001	09.01.2001			30.04.2001						03.10.2001 04.10.2001	01.11.2001 09.11.2001	30.12.2001
2002	29.01.2002					21.06.2002	10.07.2002	01.08.2002 02.08.2002	03.09.2002	18.10.2002		30.12.2002 31.12.2002
2003				29.04.2003 30.04.2003		06.06.2003						
2004											01.11.2004	
2005	11.01.2005		26.03.2005		30.05.2005 31.05.2005		30.07.2005 31.07.2005			01.10.2005 02.10.2005		
2006	01.01.2006		21.04.2006								16.11.2006	16.12.2006
2007			21.03.2007	27.04.2007 28.04.2007		16.06.2007		24.08.2007	06.09.2007	01.10.2007		
2008	22.01.2008	25.02.2008 27.02.2008		24.03.2008				15.08.2008 16.08.2008			02.11.2008	05.12.2008
2009			30.03.2009	28.04.2009 29.04.2009					10.09.2009 11.09.2009			01.12.2009 02.12.2009
2010				30.04.2010		12.06.2010						09.12.2010
2011		08.02.2011	31.03.2011		31.05.2011					07.10.2011		05.12.2011
2012	06.01.2012	25.02.2012	18.03.2012 19.03.2012	29.04.2012 30.04.2012				06.08.2012				01.12.2012
2013		28.02.2013									06.11.2013	
2014							31.07.2014			14.10.2014		
2015	31.01.2015							11.08.2015		04.10.2015 05.10.2015		
2016										01.10.2016	07.11.2016	



(а)



(б)

Рис. 1. Повторюваність дат з екстремальними значеннями максимальної температури ($T_{\max_{95p}}$ і вище) більше ніж на 60 % території України впродовж загальномісяців року (січень-грудень) щорічно за 1991-2016 рр.(а) та загальномісячно за січень-грудень(б)

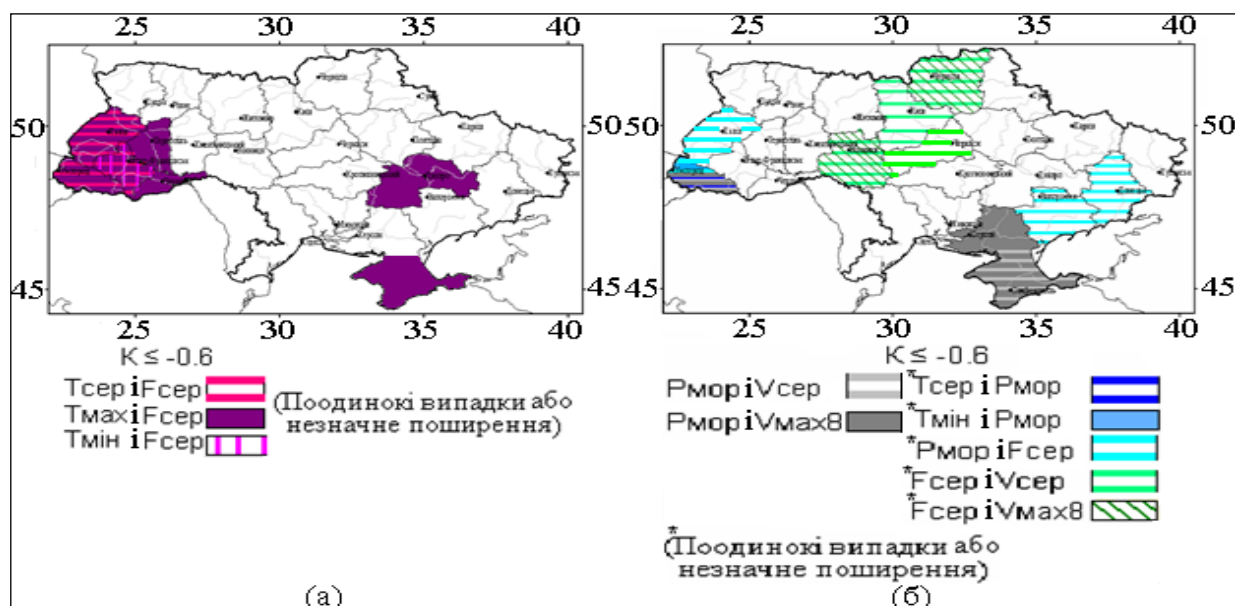


Рис. 2. Випадки статистично значущого кореляційного зв'язку ($K \leq -0.6$) між окремими метеорологічними величинами: T_{ser} , T_{max} , T_{min} і F_{ser} (а); R_m і V_{ser} , V_{max} ; T_{ser} , T_{min} і R_m ; R_m і F_{ser} ; F_{ser} і V_{ser} , V_{max} (б), – в екстремально теплі ($T_{max_{95p}}$ і вище) дні. Зима. 1991-2013 рр.

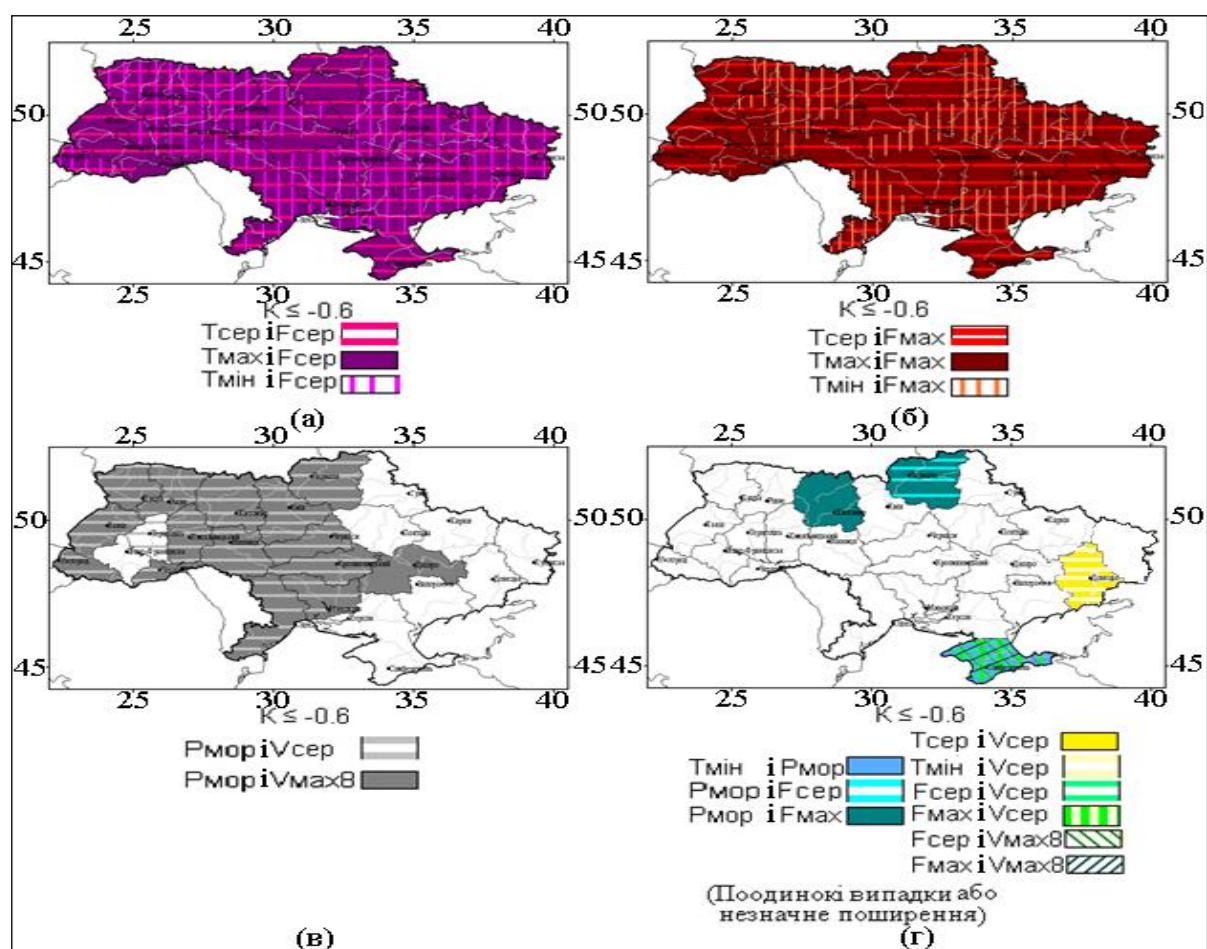


Рис. 3. Випадки статистично значущого кореляційного зв'язку ($K \leq -0.6$) між окремими метеорологічними величинами: T_{ser} , T_{max} , T_{min} і F_{ser} (а); T_{ser} , T_{max} , T_{min} і F_{max} (б); R_m і V_{ser} , V_{max} (в); T_{min} і R_m ; T_{ser} , T_{min} і V_{ser} ; R_m і F_{ser} , F_{max} ; F_{ser} , F_{max} і V_{ser} , V_{max} (г), – в екстремально теплі ($T_{max_{95p}}$ і вище) дні. Весна. 1991-2013 рр.

У виявленні екстремально теплі дні восени є випадки поширення статистично значущого кореляційного зв'язку при $K \leq -0.6$ між такими метеорологічними величинами (рис. 4, а-г): $T_{сер}, T_{мах}, T_{мін}$ і $F_{сер}, F_{мах}$ – повсюдно, P_m і $V_{сер}, V_{мах}$ – більша територія, крім деяких областей північного заходу (Волинська, Рівненська обл.), заходу (Тернопільська обл.), півдня (АР Крим); із меншою щільністю: $T_{сер}, T_{мах}, T_{мін}$ і P_m – області півдня (Одеська, Миколаївська, Херсонська обл., АР Крим), P_m і $F_{сер}, F_{мах}$ – деякі області півночі (Чернігівська, Сумська обл.), північного заходу (Рівненська обл.), заходу (Хмельницька, Львівська, Закарпатська обл.), сходу (Луганська, Харківська обл.); ще з невеликою щільністю $T_{мін}$ і $V_{сер}, V_{мах}$ – деякі області заходу (Закарпатська, Івано-Франківська обл.), $F_{сер}, F_{мах}$ і $V_{сер}, V_{мах}$ – деякі області заходу (Львівська, Івано-Франківська обл.), центру (Черкаська, Кіровоградська обл.), півдня (Дніпропетровська, Херсонська обл., АР Крим), південного сходу (Запорізька обл.), сходу (Донецька обл.).

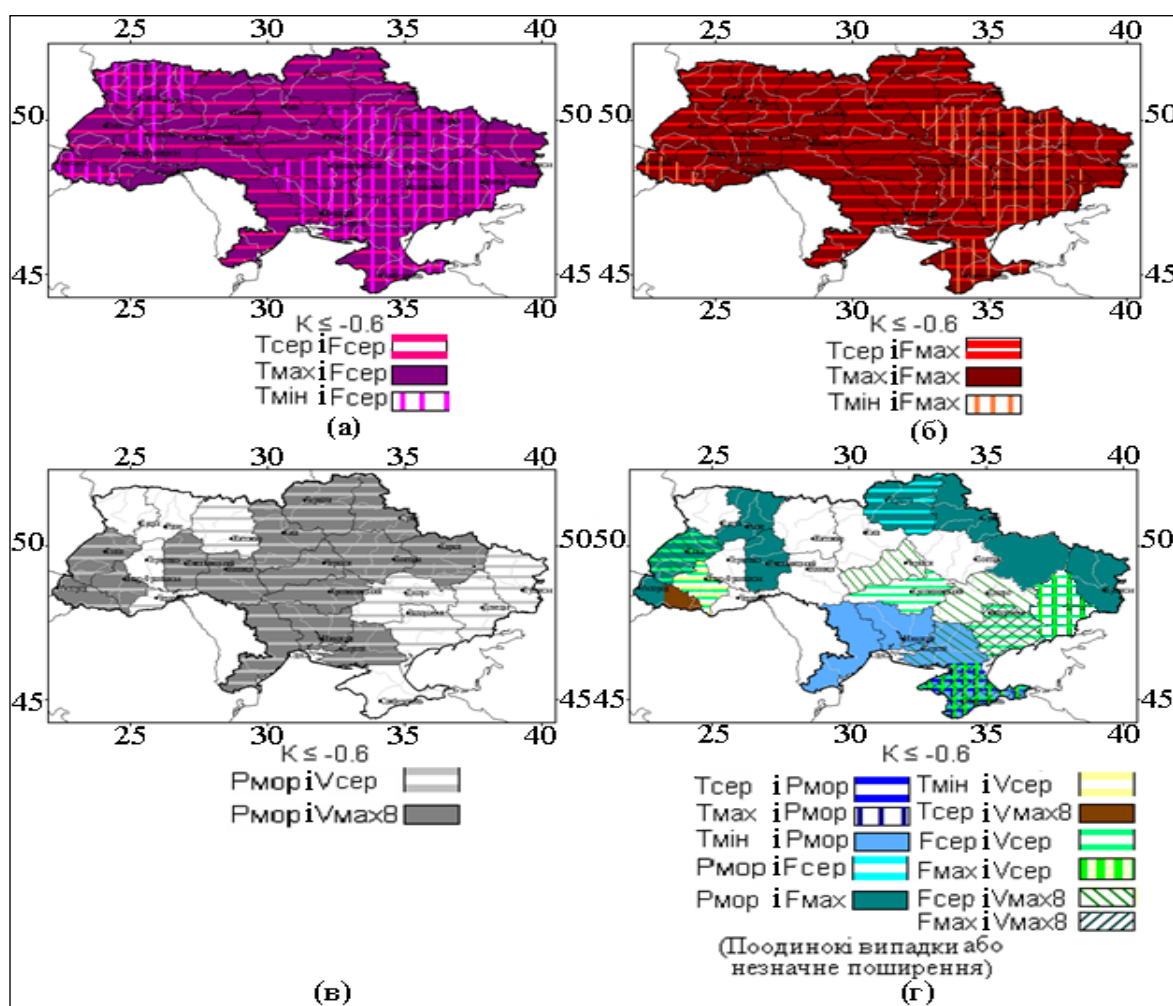


Рис. 4. Випадки статистично значущого кореляційного зв'язку ($K \leq -0.6$) між окремими метеорологічними величинами: $T_{сер}, T_{мах}, T_{мін}$ і $F_{сер}$ (а); $T_{сер}, T_{мах}, T_{мін}$ і $F_{мах}$ (б); P_m і $V_{сер}, V_{мах}$ (в); $T_{сер}, T_{мах}, T_{мін}$ і P_m ; $T_{мін}$ і $V_{сер}, V_{мах}$; P_m і $F_{сер}, F_{мах}$; $F_{сер}, F_{мах}$ і $V_{сер}, V_{мах}$ (г), – в екстремально теплі ($T_{мах_{95p}}$ і вище) дні. Осінь. 1991-2013 рр.

У такі дні незначним є поширення випадків статистично значущого кореляційного зв'язку при $K \geq 0.6$ між такими метеорологічними величинами, крім подібних, як (рис. 5, а-в): взимку – $T_{мін}$ і $F_{сер}$ (поодинокі випадки на крайньому

півдні – АР Крим), $T_{сер}, T_{мін}$ і $V_{сер}, V_{мах}$ (дещо щільніше у деяких областях заходу – Львівська, Закарпатська, Івано-Франківська, Чернівецька обл.); навесні – $F_{сер}, F_{мах}$ і $V_{сер}, V_{мах}$ (поодинокі випадки на заході – Івано-Франківська обл., півдні – Одеська обл.); восени – $T_{сер}, T_{мах}, T_{мін}$ і $V_{сер}, V_{мах}$ (поодинокі випадки у деяких областях півдня – Одеська, Херсонська, АР Крим, південного сходу – Запорізька обл., сходу – Донецька обл.), $F_{мах}$ і $V_{сер}, V_{мах}$ (менш щільно у поодинокій області заходу – Закарпатська обл.).

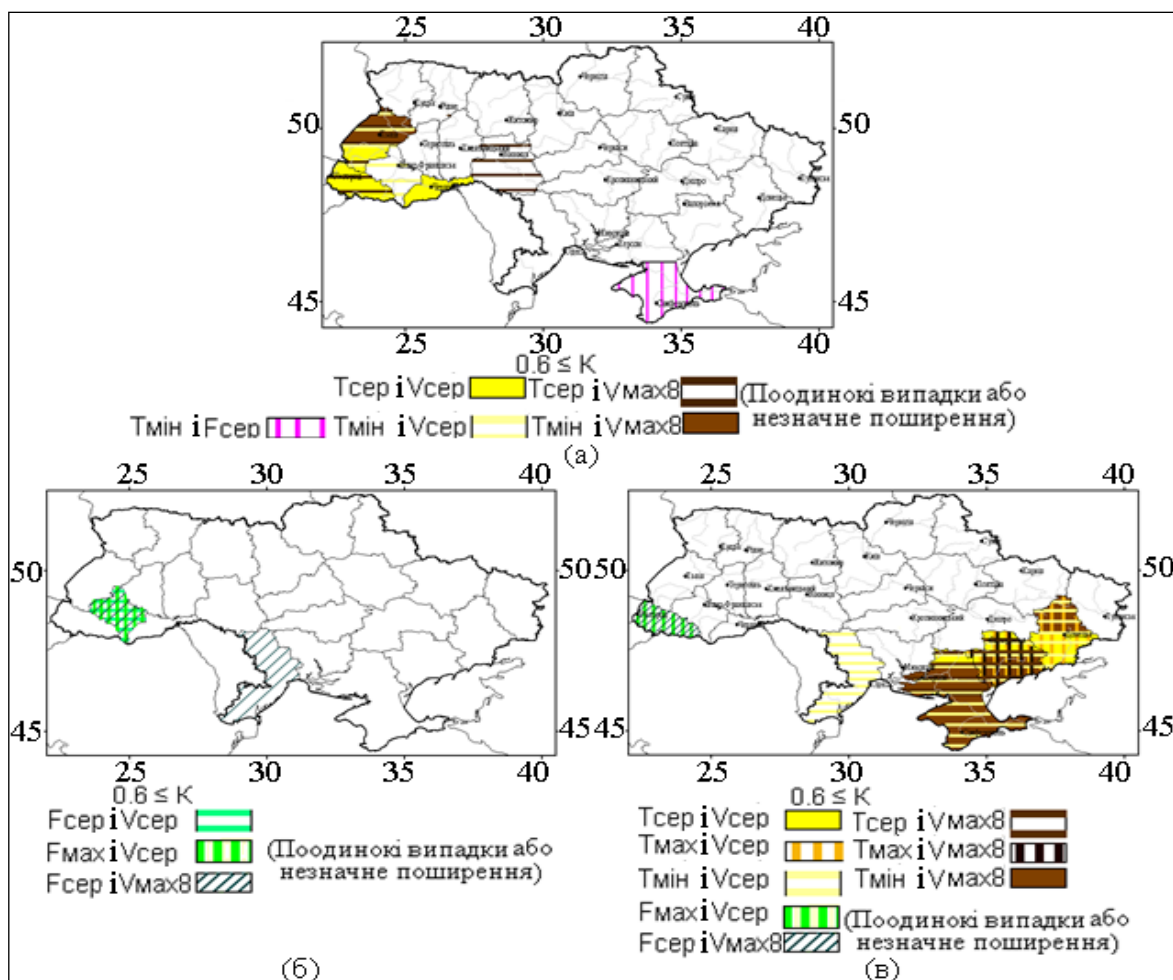


Рис. 5. Випадки статистично значущого кореляційного зв'язку ($K \geq 0.6$) між окремими метеорологічними величинами: $T_{мін}$ і $F_{сер}$; $T_{сер}, T_{мін}$ і $V_{сер}, V_{мах}$ – зима (а); $F_{сер}, F_{мах}$ і $V_{сер}, V_{мах}$ – весна (б); $T_{сер}, T_{мах}, T_{мін}$ і $V_{сер}, V_{мах}$; $F_{мах}$ і $V_{сер}, V_{мах}$ – осінь (в), – в екстремально теплі ($T_{мах_{95p}}$ і вище) дні. 1991-2013 рр.

В екстремально теплі дні більше ніж на 60 % території за 1991-2013 рр. встановлено області із щільністю випадків статистично значущою кореляційною залежністю ($K \leq -0.6$) між такими метеорологічними величинами (без диференціації подібних), як (рис. 6, а-в):

– взимку – T і F (захід, окремі області півдня, найщільніше – Івано-Франківська обл.); P і V (окремі області півдня, заходу, найщільніше – АР Крим); T і P (окремі області заходу – невелика щільність); P і F (окремі області заходу, сходу, південного сходу – невелика щільність); F і V (окремі області півночі, центру, заходу – невелика щільність);

– навесні – T і F (повсюдно з великою, крім Івано-Франківської, Чернівецької обл., щільністю); P і V (більшість території Правобережжя, області центру,

найщільніше – Київська, Житомирська, Хмельницька, Вінницька, Одеська обл.); Т і Р, F і V (АР Крим – невелика щільність); Т і V (Донецька обл. – невелика щільність); Р і F (Чернігівська, Житомирська обл. – невелика щільність);

– восени – Т і F (повсюдно з великою, крім Чернігівської обл., щільністю); Р і V (майже повсюдно, крім Волинської, Рівненської, Тернопільської обл., АР Крим, найщільніше – Сумська, Київська, Черкаська, Кіровоградська, Харківська, Одеська обл.); Т і Р (південь, найщільніше – АР Крим); Т і V (Закарпатська, Івано-Франківська обл. – невелика щільність); Р і F (окремі області північного заходу, заходу, півночі, північного сходу, сходу – невелика щільність); F і V (окремі області заходу, центру, сходу, півдня, найщільніше – Запорізька обл., АР Крим).

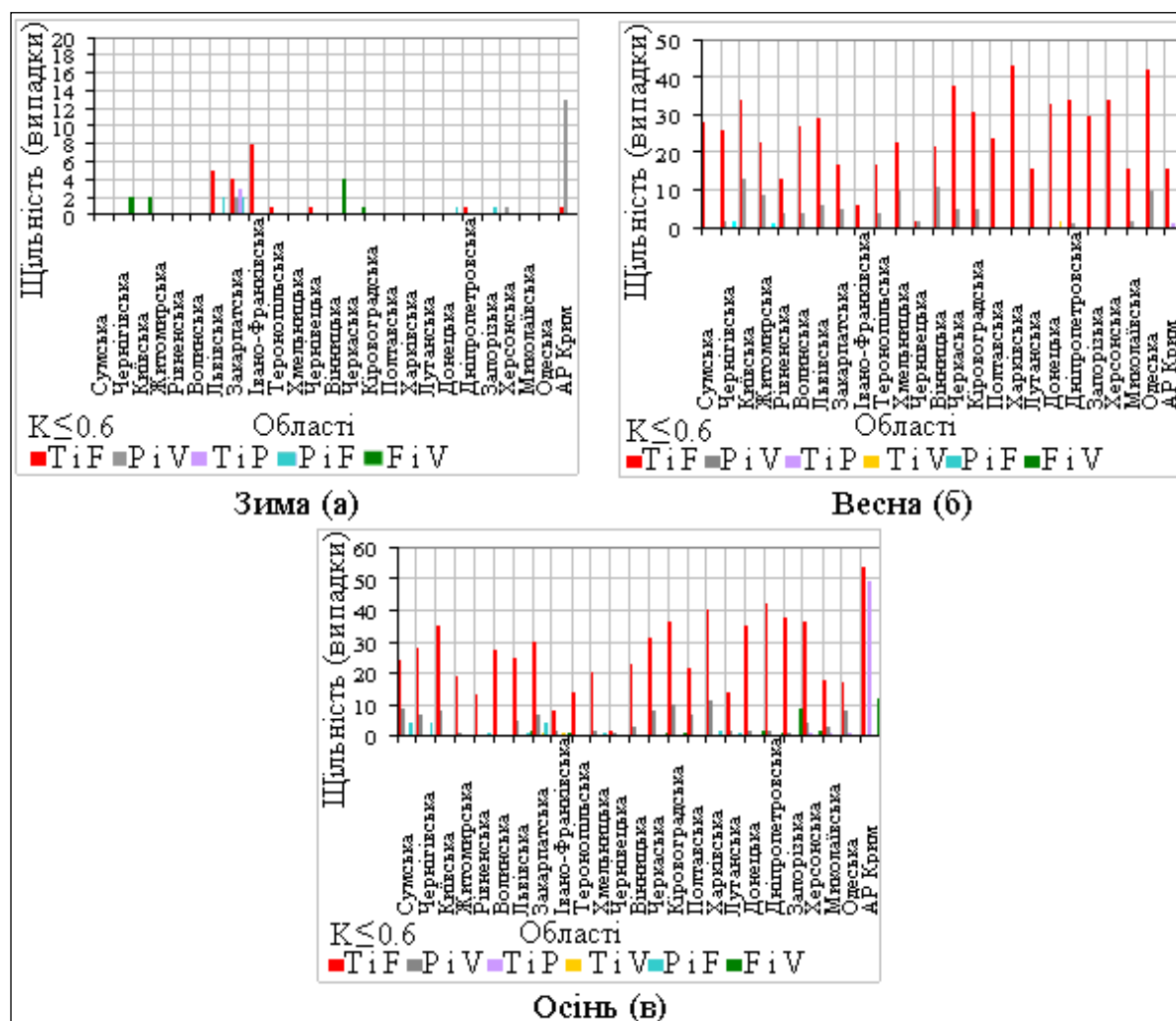


Рис. 6. Щільність (випадки) статистично значущого кореляційного зв'язку ($K \leq 0.6$) між метеорологічними величинами в екстремально теплі (T_{max95p} і вище) дні. Зима(а), весна(б), літо(в). 1991-2013рр. Області України

У такі дні виділено області з невеликою щільністю статистично значущого кореляційного зв'язку ($K \geq 0.6$) між такими метеорологічними величинами (без диференціації подібних), як (рис. 7, а-в): взимку – Т і F (АР Крим), Т і V (окремі області заходу); навесні, восени – F і V (окремі області заходу, ще поодинокі області півдня навесні), ще восени Т і V (окремі області сходу, південного сходу, півдня).

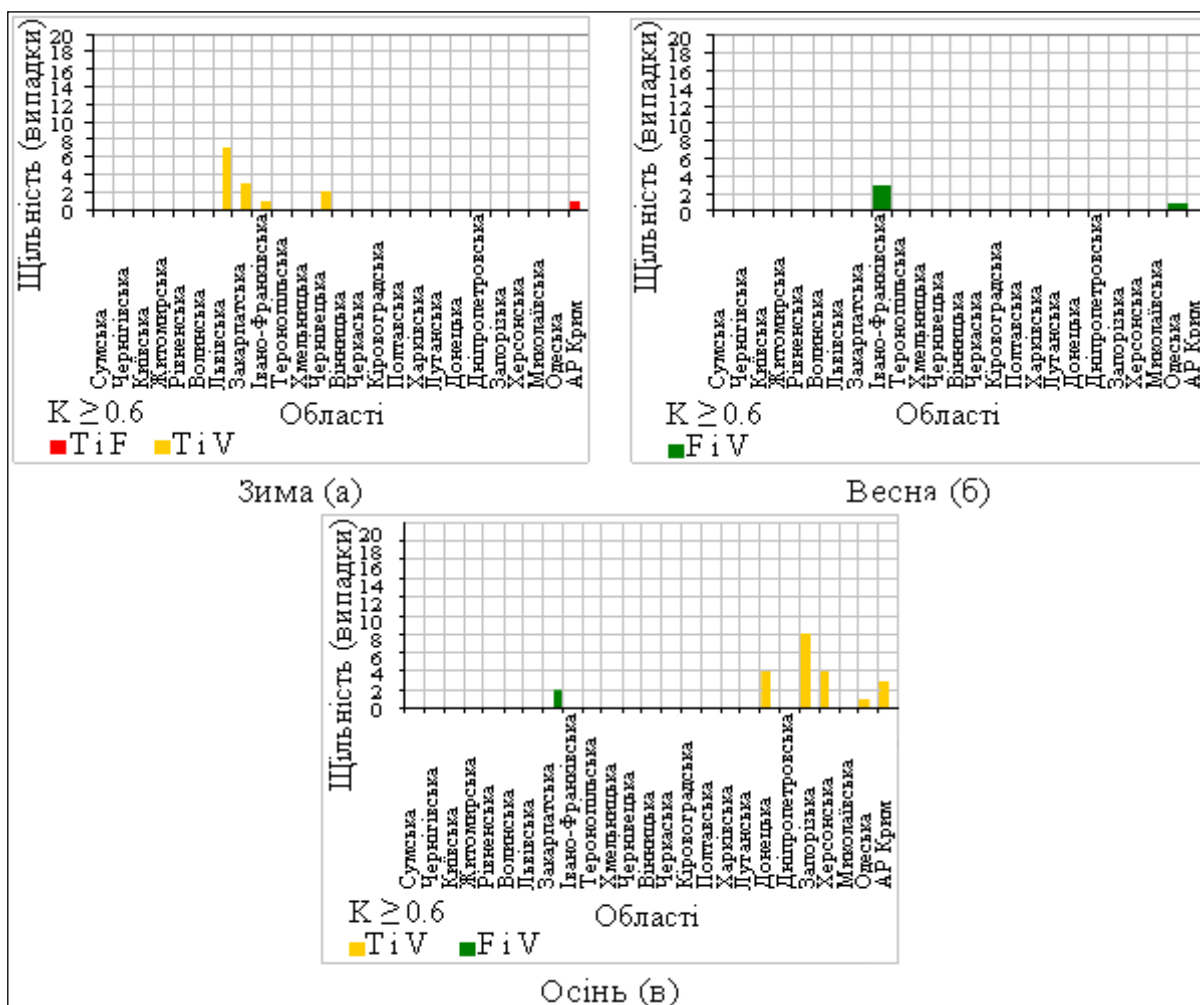


Рис. 7. Щільність (випадки) статистично значущого кореляційного зв'язку ($K \geq 0.6$) між метеорологічними величинами в екстремально теплі ($T_{\max 95p}$ і вище) дні. Зима(а), весна(б), літо(в).1991-2013рр. Области України

Висновки. В результаті дослідження встановлено 137 випадків дат екстремальних значень максимальної добової температури повітря на більше ніж на 60 % території України за 1991-2016 рр.

У ці екстремально теплі дні за 1991-2013 рр. є метеорологічні величини зі статистично значущою кореляційною залежністю при $K \leq -0.6$: Т і F (зі значною щільністю осередково в областях півдня, деяких заходу) – взимку; Т і F (з найбільшою щільністю повсюдно чи майже повсюдно), Р і V (значна кількість областей, зазвичай Правобережжя, але з меншою щільністю) – перехідні сезони, ще восени між – Т і Р (на півдні, зазвичай з меншою щільністю), Р і F (деякі області півночі, північного заходу, заходу, сходу з меншою щільністю). В усі сезони залежність між іншими метеорологічними величинами має осередкове поширення, зазвичай з невеликою щільністю. В такі дні є осередкове розповсюдження з невеликою щільністю цих зв'язків при $K \geq 0.6$ між виявленими метеорологічними величинами, крім подібних: F і V – перехідні сезони, Т і F – взимку, та ще Т і V – окремі області заходу взимку, деякі півдня, південного сходу, сходу восени з незначною щільністю.

Визначення кореляційних зв'язків між метеорологічними величинами в екстремально теплі дні перспективне при побудові прогнозу кліматичних змін екстремальних метеорологічних величин.

Список літератури

1. Бедрицкий А.И. Коршунов А.А., Хандожко Л.А., Шаймарданов М.З. Гидрометеорологическая безопасность и устойчивое развитие России. Право и безопасность, 2007. № 1-2 (22-23). URL: http://dpr.ru/pravo/pravo_20_2.htm.
2. Загребина Т.А. Статистический анализ матриц сопряженности опасных явлений погоды по территории Удмуртии. Вестник Удмуртского ун-та, 2010. Вып. 3. С. 3-11. URL: <http://ru.vestnik.udsu.ru/archive/show/6-2010-3-1> (дата звернення: 21.05.2018).
3. Клапцов В.М. Меры по адаптации к изменениям климата. Российский институт стратегических исследований. 13.12.2011. URL: <https://riss.ru/>.
4. Климат Санкт-Петербурга и его изменения. / Под ред. В.П. Мелешко, А.В. Мещерской, Е.И. Хлебниковой. Санкт-Петербург. Изд-во ГГО, 2010. 254 с.
5. Клок С.В., Савчук С.В. Дневные и ночные температуры воздуха в Украине в последние десятилетия. III Міжнародна науково-практична конференція "Сучасні проблеми природничих наук: теорія, практика, освітні новації (до 85-річчя природничо-географічного факультету)". 18-19 жовтня 2018 р. Ніжин (Україна): Матеріали доповідей / За ред. Г.Г. Сенченко. Ніжин: НДУ ім. Миколи Гоголя, 2018. С. 190-193.
6. Логинов В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия. Минск: Изд-во Тетра-Системс, 2008. 496 с.
7. Малинин В.М., Гордеева С.М. О современных изменениях глобальной температуры воздуха. Общество. Среда. Развитие, 2011. № 2. С. 215-221.
8. Мартазинова В.Ф., Иванова Е.К., Чайка Д.Ю. Изменения крупномасштабной атмосферной циркуляции воздуха на протяжении XX века и её влияние на погодные условия и региональную циркуляцию воздуха в Украине. Геофизический журнал, 2006. Т. 28, № 1. С. 51-60.
9. Мартазинова В.Ф., Остапчук В.В. Особенности тропосферных и стратосферных атмосферных процессов при резких потеплениях и похолоданиях на территории Украины в тёплый период года. Наук. праці УкрНДГМІ, 2001. Вип. 249. С. 63-75.
10. Мартазинова В.Ф., Савчук С.В., Витвицкая И.В. Состояние средней суточной температуры воздуха и суточного количества осадков зимнего сезона в XX столетии по Киеву. Наук. праці УкрНДГМІ, 2007. Вип. 256. С. 7-18.
11. Мартазинова В.Ф., Савчук С.В., Остапчук В.В. Повторюваність середньої добової температури повітря в останні десятиріччя на прикладі ОГМС Київ. Наук. праці УкрГМІ, 2016. Вип. 269. С. 3-10.
12. Мартазинова В.Ф., Свердлик Т.А. Крупномасштабная атмосферная циркуляция XX столетия, ее изменения и современное состояние. Труды. УкрНИГМИ, 1998. Вып. 246. С. 21-27.
13. Настанова по службі прогнозів та попереджень про небезпечні і стихійні явища погоди / За ред. Сосновської Р.П., Кульбиди М.І., Гумоненко Л.В. Київ: Вид-во Держгідромет, 2003. 36 с. URL: http://meteo.gov.ua/files/content/docs/meteo_kerdoc/Nastnova%20po%20sluzhbi%20prognoziv.pdf (дата звернення: 21.05.2018).
14. Оганесян В.В. Методика расчета климатической уязвимости территории на основе безразмерных климатических индексов. Труды Гидрометцентра России, 2017. Вып. 366. С. 158-165. URL: <http://method.meteorf.ru/publ/tr/tr366/tr366.pdf>.
15. Осадчий В.І., Бабіченко В.М. Температура повітря на території України в сучасних умовах клімату. Український географічний журнал, 2013. № 4. С. 32-39.
16. Пясецька С.І., Гребенюк Н.П., Савчук С.В. Визначення кореляційного зв'язку між окремими метеорологічними параметрами при екстремальних метеорологічних явищах (відкладення ожеледі) по сезонах року. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2019. Т. 2. № 53. С. 74-87.
17. РД 52.88.699-2008. Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновении опасных природных условий. / Под ред. Тренин В.А., Мартыщенко В.А., Стасенко В.Н. и др. Москва.: 2008. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (РОСГИДРОМЕТ), 2008. 30 с. URL: <http://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293746/4293746543.htm> (дата звернення: 18.12.2018).
18. Рибченко Л.С., Савчук С.В. Сонячна радіація та температура повітря у періоди інтенсивної посухи 2011-2015 рр. Географічна наука та освіта: від констатації до конструктивізму: Зб.наук. праць. К., 2018. С. 102-104. URL: <https://igu.org.ua/sites/default/files/pdf-text/conf-igu-2018-const.pdf>.
19. Рибченко Л.С., Савчук С.В. Солнечная радиация и максимальная температура воздуха в Украине. Актуальные проблемы наук о Земле: использование природных ресурсов и сохранение окружающей среды. Материалы Междунар. науч.-практич. конф. Ч. 1, Брест, 25-27 сентября 2017 г. Институт природопользования НАН Беларуси, БрГУ им. А.С.Пушкина, БрГТУ. Брест: БрГУ им. А.С.Пушкина, 2017. С.280-285.
20. Савчук С.В. ISSN:2306-5680 Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2020. № 1 (56)

Тимофеев В.Є., Ювченко Н.М. Районування України по впливу екстремальних значень максимальної температури повітря у теплий та холодний періоди року. Український гідрометеорологічний журнал, 2018. № 22. С. 46-56. URL: http://eprints.library.odku.edu.ua/3278/1/uhmj_22_2018_46.pdf. **21.** URL: <http://etccdi.pacificclimate.org/> (дата звернення: 18.12.2018).

References

1. *Bedrickij A.I., Korshunov A.A., Handozhko L.A., Shajmardanov M.Z.* Gidrometeorologicheskaja bezopasnost' i ustojchivoe razvitie Rossii. Pravo i bezopasnost', 2007. № 1-2 (22-23). URL: http://dpr.ru/pravo/pravo_20_2.htm.
2. *Zagrebina T.A.* Statisticheskij analiz matric soprijazhennosti opasnykh javlenij pogody po territorii Udmurtii. Vestnik Udmurtskogo un-ta, 2010. Vyp. 3. S. 3-11. URL: <http://ru.vestnik.udsu.ru/archive/show/6-2010-3-1> (data zvernennia: 21.05.2018).
3. *Klapcov V.M.* Mery po adaptacii k izmenenijam klimata. Rossijskij institut strategicheskikh issledovanij. 13.12.2011. URL: <https://riss.ru/>.
4. *Klimat Sant-Peterburga i ego izmenenija.* / Pod red. V.P. Meleshko, A.V. Meshherskoj, E.I. Hlebnikovej. Sankt-Peterburg. Izd-vo GGO, 2010. 254 s.
5. *Klok S.V., Savchuk S.V.* Dnevnye i nochnye temperatury vozduha v Ukraine v poslednie desjatiletija. III Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia "Suchasni problemy pryrodnych nauk: teoriia, praktyka, osviti novatsii (do 85-richchia pryrodnoheohrafichnogo fakultetu)". 18-19 zhovtnia 2018 r. Nizhyn (Ukraina): Materialy dopovidej / Za red. H.H. Senchenko. Nizhyn: NDU im. Mykoly Hoholia, 2018. S. 190-193.
6. *Loginov V.F.* Global'nye i regional'nye izmenenija klimata: prichiny i sledstviya. Minsk: Izd-vo Tetra-Sistems, 2008. 496 s.
7. *Malinin V.M., Gordeeva S.M.* O sovremennykh izmenenijakh global'noj temperatury vozduha. Obshhestvo. Sreda. Razvitie, 2011. № 2. S. 215-221.
8. *Martazinova V.F., Ivanova E.K., Chajka D.Ju.* Izmenenija krupnomasshtabnoj atmosfernoj cirkuljacii vozduha na protjazhenii HH veka i ejo vlijanie na pogodnye uslovija i regional'nuju cirkuljaciju vozduha v Ukraine. Geofizicheskij zhurnal, 2006. T. 28, № 1. S.51-60.
9. *Martazinova V.F., Ostapchuk V.V.* Osobennosti troposfernykh i stratosfernykh atmosferynykh processov pri rezkih poteplenijah i poholodanijah na territorii Ukrainy v tjoplyj period goda. Nauk. pratsi UkrNDHMI, 2001. Vyp. 249. S. 63-75.
10. *Martazinova V.F., Savchuk S.V., Vitvickaja I.V.* Sostojanie srednej sutochnoj temperatury vozduha i sutochnogo kolichestva osadkov zimnego sezona v HH stoletii po Kievu. Nauk. pratsi UkrNDHMI, 2007. Vyp. 256. S. 7-18.
11. *Martazinova V.F., Savchuk S.V., Ostapchuk V.V.* Povtorivaniest' seredn'oi dobovoi temperatury povitria v ostanni desjatyrichchia na prykladi OHMS Kyiv. Nauk. pratsi UkrHMI, 2016. Vyp. 269. S. 3-10.
12. *Martazinova V.F., Sverdlik T.A.* Krupnomasshtabnaja atmosferijaja cirkuljacija HH stoletija, ee izmenenija i sovremennoe sostojanie. Trudy UkrNIGMI, 1998. Vyp. 246. S.21-27.
13. *Nastanova po sluzhbi prohnosiv ta poperedzhen' pro nebezpechni i stykhijni iavyscha pohody* / Za red. Sosnovs'koi R.P., Kul'bidy M.I., Humonenko L.V. Kyiv: Vyd-vo Derzhhidromet, 2003. 36 s. URL: http://meteo.gov.ua/files/content/docs/meteo_kerdoc/Nastanova%20po%20sluzhbi%20prognosiv.pdf (data zvernennia: 21.05.2018).
14. *Oganesjan V.V.* Metodika rascheta klimaticheskoi ujazvimosti territorii na osnove bezrazmernih klimaticheskikh indeksov. Trudy Gidrometcentra Rossii, 2017. Vyp. 366. S. 158-165. URL: <http://method.meteorf.ru/publ/tr/tr366/tr366.pdf>.
15. *Osadchij V.I., Babichenko V.M.* Temperatura povitria na terytorii Ukrainy v suchasnykh umovakh klimatu. Ukrains'kyj heohrafichnyj zhurnal, 2013. № 4. S. 32-39.
16. *Piasets'ka S.I., Hrebeniuk N.P., Savchuk S.V.* Vyznachennia koreliatsijnogo zv'iazku mizh okremymy meteorolohichnymy parametramy pry ekstremal'nykh meteorolohichnykh iavyschakh (vidkladennia ozheledi) po sezonakh roku. Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia, 2019. T.2. № 53. S. 74-87.
17. RD 52.88.699-2008. Polozhenie o porjadke dejstvii uchrezhdenij i organizacij pri ugroze vznikenija i vznikenii opasnykh prirodnykh uslovij. / Pod red. Trenin V.A., Martyshhenko V.A., Stasenkov V.N. i dr. Moskva.: 2008. Ministerstvo prirodnykh resursov i jekologii Rossijskoj Federacii. Federal'naja sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhajushhej sredy (ROSGIDROMET), 2008. 30 s. URL: <http://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293746/4293746543.htm> (data zvernennia: 18.12.2018).
18. *Rybchenko L.S., Savchuk S.V.* Soniachna radiatsiia ta temperatura povitria u periody intensyvnoi posukhy 2011-2015 rr. Heohrafichna nauka ta osvita: vid konstatatsii do konstruktyvizmu: Zb.nauk. prats'. K., 2018. S. 102-104. URL: <https://igu.org.ua/sites/default/files/pdf-text/conf-igu-2018-const.pdf>.
19. *Rybchenko L.S., Savchuk S.V.* Solnechnaja radiacija i maksimal'naja temperatura vozduha v Ukraine. Aktual'nye problemy nauk o Zemle: ispol'zovanie prirodnykh resursov i sohranenie okruzhajushhej sredy. Materialy Mezhdunar. nauch.-praktich.

konf. Ch. 1, Brest, 25-27 sentjabrja 2017 g. Institut prirodopol'zovanija NAN Belarusi, BrGU im. A.S. Pushkina, BrGTU. Brest: BrGU im. A.S. Pushkina, 2017. S. 280-285. **20.** Savchuk S.V., Tymofieiev V.Ye., Yuvchenko N.M. Rajonuvannia Ukrainy po vplyvu ekstremal'nykh znachen' maksimal'noi temperatury povitria u teplyj ta kholodnyj periody roku. Ukrains'kyj hidrometeorologichnyj zhurnal, 2018. № 22. S. 46-56. URL: http://eprints.library.odeku.edu.ua/3278/1/uhmj_22_2018_46.pdf. **21.** URL: <http://etccdi.pacificclimate.org/> (data zvernennia: 18.12.2018).

Кореляційний зв'язок між метеорологічними величинами при екстремальних значеннях максимальної температури повітря

Савчук С.В., Тимофеев В.Е., Щеглов О.А., Артеменко В.А., Козленко І.Л.

Об'єктом дослідження є максимальна добова температура повітря впродовж місяців року на мережі 186 метеорологічних станцій України за 1991-2016 рр. Екстремальними прийнято значення максимальної добової температури, що дорівнювали чи перевищували їх 95-ту ($T_{\max_{95p}}$ і вище, °C) процентилю. У статті встановлено дати (137 випадків) екстремальних значень максимальної температури більше ніж на 60 % території. У ці дати відібрано 13 метеорологічних величин: середня, мінімальна, та максимальна температури повітря; середня, мінімальна та максимальна відносна вологість повітря; тиск на рівні станції та моря; середня, максимальна (з 8 строків і строкова) швидкість вітру; кількість опадів; висота снігового покриву. Метою роботи є визначення кореляційного зв'язку (K), зокрема, статистично значущого ($K \leq -0.6$, $K \geq 0.6$), у ці дати між обраними метеорологічними величинами на 186 метеорологічних станціях України за 1991-2013 рр. Отримано розподіл за областями щільності випадків статистично значущої залежності між метеорологічними величинами в екстремально теплі дні в окремі сезони року. Дослідження максимальної добової температури є актуальним, бо при неодноразовому досягненні нею рівня стихійних гідрометеорологічних явищ та різкому її підвищенні чи зниженні її супроводжують небезпечні явища, що негативно впливають на погодозалежні галузі економіки.

Ключові слова: екстремальні значення максимальної температури повітря; метеорологічні величини; коефіцієнт кореляції; щільність.

Корреляционная связь между метеорологическими величинами при экстремальных значениях максимальной температуры воздуха

Савчук С.В., Тимофеев В.Е., Щеглов О.А., Артёменко В.А., Козленко И.Л.

Объектом исследования является максимальная суточная температура воздуха в течение месяцев года на сети 186 метеорологических станций Украины за 1991-2016 гг. Экстремальными приняты значения максимальной суточной температуры равные или превышающие их 95-ю ($T_{\max_{95p}}$ и выше, °C) процентилю. В статье установлены даты (137 случаев) экстремальных значений максимальной температуры более чем на 60 % территории. В эти даты отобраны 13 метеорологических величин: средняя, минимальная и максимальная температуры воздуха; средняя, минимальная и максимальная относительная влажность воздуха; давление на уровне станции и моря; средняя, максимальная (с 8 сроков и срочная) скорость ветра; количество осадков; высота снежного покрова. Целью работы есть определение корреляционной связи (K), в частности, статистически значимого ($K \leq -0.6$, $K \geq 0.6$), в эти даты между выбранными метеорологическими величинами на 186 метеорологических станциях Украины за 1991-2013 гг. Получено распределение по областям плотности случаев статистически значимой зависимости между метеорологическими величинами в экстремально теплые дни в отдельные сезоны года. Исследование максимальной суточной температуры является актуальным, так как при неоднократном достижении ею уровня стихийных гидрометеорологических явлений и резком её повышении или снижении её сопровождают опасные явления, которые негативно влияют на погодозависимые отрасли экономики.

Ключевые слова: экстремальные значения максимальной температуры воздуха; метеорологические величины; коэффициент корреляции; плотность.

Correlation communication between meteorological parameters at extreme values of maximum air temperatures

Savchuk S.V., Timofeev V.E., Shcheglov O.A., Artemenko V.A., Kozlenko I.L.

The object of the study is the maximum daily air temperature during the months of the year over 1991-2016 by the data of 186 meteorological stations of Ukraine. Extreme values of the maximum daily temperature equal to or exceeded their 95th ($T_{\max_{95p}}$ and above, °C) percentile were taken as extreme. The article sets the dates (137 cases) of extreme values of maximum air temperature on more than 60 % of the territory. For these dates, 13 meteorological parameters were selected: average, minimum, and

maximum air temperatures; average, minimum and maximum relative humidity; station and sea-level pressure; average, maximum (from 8 synoptic hours) wind speed; rainfall; height of snow cover. The purpose of this work is to determine the correlation coefficient (K), in particular, statistically significant ($K \leq -0.6$, $K \geq 0.6$), on these dates between selected meteorological parameters at 186 meteorological stations of Ukraine for 1991-2013. The density of the cases of statistically significant dependence between the meteorological parameters in extremely warm days in separate seasons is determined. In extremely warm days, meteorological parameters and areas with statistically significant correlations at $K \leq -0.6$ were detected: T and F (focally in southern and some western regions with significant density) – in winter; T and F (with the highest density ubiquitous or almost ubiquitous), P and V (in a large number of regions, usually west or right-bank, but with less frequency) – in the transition seasons, and in the autumn between – T and F (in the south with smaller density) and P and F (in some areas of the north, northwest, west, lower east). In all seasons, such a correlation between other meteorological parameters had a focal distribution, usually with a smaller density. In these days, a focal distribution with a small frequency of dependencies at $K \geq 0.6$ was found between the meteorological parameters detected (F and V in transition seasons, T and F in winter), except for similar ones. However, such dependence is observed between T and V in some regions in winter and autumn and in some areas of south, southeast, east with a smaller density. The study of the maximum daily temperature is relevant, because from the level of natural hydrometeorological phenomena it is accompanied by dangerous phenomena, negatively affecting the weather dependent industries.

Keywords: extreme values of maximum air temperature); meteorological parameters; correlation coefficient; density of correlation.

Надійшла до редколегії 10.01.2020