ГЕОГРАФІЯ

УДК (UDC) 551.5 DOI: https://doi.org/10.26565/1992-4224-2020-33-01

Г. П. КАТЕРУША[1], канд. геогр. наук, доц., **Т. А. САФРАНОВ[1],** д-р г.-м. наук, проф., **О. В. КАТЕРУША[1]**

[1]*Одеський державний екологічний університет*
вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016, Україна

e-mail: galina.od@rambler.ru ORCID ID: http://orcid.org/0000-0002-6192-5555
safranov@ukr.net http://orcid.org/0000-0003-0928-5121
katerusha17@ukr.net

ТЕНДЕНЦІЇ ЗМІН МАКСИМАЛЬНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ ЯК ФАКТОР ВПЛИВУ НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

Мета. Виявлення тенденцій зміни (по фактичних і сценарних даних) екстремальної температури повітря, як складової температурного режиму, в різних регіонах України в умовах глобальних змін клімату.

Методи. Системний аналіз, статистичні методи.

Результати. Часовий розподіл характеристик режиму максимальної температури повітря досліджено на основі результатів спостережень на станціях, розташованих у різних регіонах України, за певні доступні періоди: Ужгород (1946-2018 рр.), Харків (1936-2005 рр.), Одеса (1894-2005 рр.), а також за сценаріями низького (RCP2.6), середнього (RCP4.5) та високого (RCP8.5) рівнів викидів парникових газів. При цьому температура повітря ≥ 25°С вважалась високою (дні з максимальною температурою в межах 25,0-29,9°С – жаркі), ≥ 30°С – дуже високою (дні з такою температурою – аномально жаркі). Виявлено тенденції зміни екстремальної температури повітря, як складової температурного режиму, в різних регіонах України в умовах глобальних змін клімату. Досліджено динаміку максимальної температури повітря та її характеристик у XX і початку XXI століть. Проаналізовано очікувані часові зміни максимальної температури повітря та кількості днів з високою температурою з 2021 по 2050 рр. за сценаріями RCP2.6, RCP4.5 та RCP8.5. Визначено найвищі добові температури повітря, можливі 1 раз у 100 років, а також ймовірність максимальної добової температури вище 30°С за сценарієм RCP4.5. Своєчасне передбачення змін клімату допоможе оцінити їх вплив на людину і природні системи, що буде сприяти розробці та прийняттю превентивних заходів, спрямованих на мінімізацію негативного впливу таких змін.

Висновки. Процеси потепління клімату в Україні активізуються. Виявлено чітку тенденцію на зростання середнього максимуму температури повітря взимку зі швидкістю 0,17-0,39ºС/10 років. Відносно кліматичної норми цей показник в основному підвищився, найбільше (до 3,3ºС) у січні на північному сході країни. У майбутньому такі аномалії будуть зростати. Виявлення взаємозв'язку між кліматом і здоров'ям є основою для прийняття захисних заходів стосовно ризиків для здоров'я населення, пов'язаних з кліматом.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: максимальна температура повітря, жаркі дні, аномально жаркі дні, аномалії температури, сценарій змін клімату, здоров'я населення

Katerusha G. P.[1], Safranov T. A.[1], Katerusha O. V.[1]

[1]*Odessa State Environmental University, Lvivska St., 15, Odessa, 65016, Ukraine*

TRENDS OF CHANGES OF MAXIMUM AIR TEMPERATURE IN UKRAINE AS AN IMPACT FACTOR ON POPULATION HEALTH

Purpose. The aim of this research is detection of trends of changes (according to fact and scenario data) of extreme air temperature as a component of thermal regime in different regions of Ukraine because of global climate change.

Methods. System analysis, statistical methods.

© Катеруша Г. П., Сафранов Т. А., Катеруша О. В., 2020

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0.

Results. Time distribution of maximum air temperature regime characteristics based on results of observations on the stations located in different regions of Ukraine during certain available periods: Uzhgorod (1946-2018), Kharkiv (1936-2005), Odessa (1894-2005), and also according to scenarios of low (RCP2.6), medium (RCP4.5) and high (RCP8.5) levels of greenhouse gases emissions. Meanwhile, air temperature ≥ 25°C was considered high (days with maximum temperature within 25,0-29,9°C are hot), ≥ 30°C was considered very high (days with such temperature are abnormaly hot). Trends of changes of extreme air temperatures were identified as a component of thermal regime in different regions of Ukraine within global climate changes. Dynamics of maximum air temperature and its characteristics in XX and beginning of XXI centuries were researched. Expected time changes of maximum air temperature and number of days with high temperature during 2021-2050 were analyzed by RCP2.6, RCP4.5 and RCP8.5 scenarios. There were identified the highest day air temperatures possible once in a century and also possibility of maximum day temperature more than 30°C by RCP4.5 scenario. Well-timed prediction of climate changes will help evaluate their impact on human and natural systems which will be useful for development and taking preventive measures towards minimization of negative influence of such changes.

Conclusions. Processes of climate warming in Ukraine are activating. There was determined a strong trend on increasing of average maximum of air temperature in winter with speed 0.17-0,39 degrees centigrade/10 years. According to climatic norm this index mainly increased mostly (up to 3,3 degrees centigrade) in January in North-East of the country. In future such anomalies will grow. Determination of correlation between climate and health is the base for taking protective measures against perils for population health connected with climate.

KEYWORDS: maximum air temperature, hot days, abnormally hot days, temperature anomalies, climate change scenarios, population health

Катеруша Г. П.[1], Сафранов Т. А.[1], Катеруша Е. В.[1]

Одесский государственный экологический университет, ул. Львовская, 5, г. Одесса, 65016, Украина

ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА В УКРАИНЕ КАК ФАКТОР ВЛИЯНИЯ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Цель. Выявление тенденций изменения (по фактическим и сценарным данным) экстремальной температуры воздуха, как составляющей температурного режима, в разных регионах Украины в условиях глобальных изменений климата.

Методы. Системный анализ, статистические методы.

Результаты. Временное распределение характеристик режима максимальной температуры воздуха на основе наблюдений на станциях, расположенных в разных регионах Украины, за определённые доступные периоды: Ужгород (1946-2018 гг.), Харьков (1936-2005 гг.), Одесса (1894-2005 гг.), а также для сценариев низкого (RCP2.6), среднего (RCP4.5) и высокого (RCP8.5) уровней выбросов парниковых газов. При этом температура воздуха ≥ 25°C считается высокой (дни с максимальной температурой в пределах 25,0-29,9°C называют горячими), а температура ≥ 30°C – очень высокой (дни с такой температурой считаются аномально жаркими). Выявлены тенденции изменения экстремальной температуры воздуха в разных регионах Украины в условиях глобальных изменений климата. Исследована динамика максимальной температуры воздуха и её характеристик в XX и начале XXI веков. Проанализированы ожидаемые временные изменения максимальной температуры воздуха и количества дней с высокой температурой с 2021 по 2050 гг. по сценариям RCP2.6, RCP4.5 и RCP8.5. Определены самые высокие суточные температуры воздуха, возможные 1 раз в 100 лет, а также вероятность максимальной суточной температуры выше 30°C по сценарию RCP4.5. Своевременное предвидение изменений максимальной температуры воздуха поможет оценить влияние на человека и природные системы, что будет способствовать разработке и принятию превентивных мероприятий, направленных на минимизацию негативного влияния этих изменений.

Выводы. Процессы потепления климата в Украине активизируются. Выявлена четкая тенденция роста среднего максимума температуры воздуха зимой со скоростью 0,17-0,39°C/10 лет. Относительно климатической нормы этот показатель в основном повысился, больше всего (до 3,3°C) в январе на северо-востоке страны. В будущем такие аномалии будут расти. Выявление взаимосвязи между изменениями климата и здоровьем является основой для принятия защитных мер в отношении рисков для здоровья населения, связанных с климатом.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: максимальная температура воздуха, жаркие дни, аномально жаркие дни, аномалии температуры, сценарий изменения климата, здоровье населения

Вступ

Останнім часом, як в багатьох країнах світу, так і в Україні, багато уваги приділяється вивченню сучасних і можливих змін клімату. При цьому для виявлення та оцінки змін клімату, зазвичай, використовують такі кліматологічні показники, як середні річні, середні місячні, екстремальні значення різних метеорологічних величин. Наразі прові-

дною в проблемі змін клімату є оцінка динаміки екстремальної температури повітря.

Одним з наслідків потепління клімату є зростання кількості днів з аномально високою температурою, а через це – підвищення захворюваності і смертності населення. У періоди літньої жари за даними більше, ніж п'ятидесяти європейських досліджень, найбільш високі показники смертності зафіксовано серед людей похилого віку, які страждали на хронічні захворювання кровотворної системи, органів дихання, діабетом, госпіталізованих осіб, а також людей, що мешкали у містах (порівняно з передмістям) [1]. Взимку підвищення температури до додатних значень на фоні від'ємних несе потенційну загрозу для здоров'я і психологічного стану людини. У ці періоди зростає кількість травм, хвороб кровотворної системи, звернень до лікаря з приводу поганого самопочуття тощо. Різкі перепади температури в поєднанні з коливаннями атмосферного тиску шкідливі для людей, що страждають на захворювання серцево-судинної та нервової систем. Навіть здорова людина може відчувати безпричинну млявість, втому, зниження життєвої енергії [2].

За оцінками Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), кліматичні зміни наразі є причиною приблизно 150 тис. передчасних смертей у світі (0,3% від загальної кількості смертей) і 55000000 людини-років непрацездатності на рік (0,4% від загальної непрацездатності) [3].

Згідно з перспективними оцінками, зміни клімату у XXI сторіччі будуть впливати на самопочуття людини, головним чином, посилюючи існуючі проблеми здоров'я [4].

Метою дослідження є виявлення тенденцій зміни (по фактичних і сценарних даних) екстремальної температури повітря, як складової температурного режиму, в різних регіонах України в умовах глобальних змін клімату.

Об'єкти та методи дослідження

У П'ятій оцінній доповіді Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (МГЕЗК) зазначено, що середня глобальна приземна температура повітря з 1951 по 2012 рік підвищилась на 0,72 °С [4], за період 1880-2012 рр. – на 0,85 °С (0,65-1,06 °С), причому зростання температури відбувається нерівномірно по поверхні Землі [5]. За даними [6, 7] найтеплішим для всієї Земної кулі виявився 1998 рік, менш теплими – 2005 і 2010 роки.

Динаміка регіонального клімату України значною мірою уособлює характерні риси змін глобального клімату: він чутливий до змін глобального клімату, що підтверджується подібністю багаторічного ходу аномалій їх. Дослідження, проведені вченими країни за фактичними даними метеорологічних спостережень протягом двадцятого століття, дозволили встановити ефект сезонно-географічного вирівнювання кліматичного поля приземних температур під впливом глобального потепління. За цей період потепліли, головним чином, північні регіони України в холодне півріччя. При цьому це потепління значно перевищує глобальний рівень, який практично співпадає з середнім для всієї території України. Найбільше зросла температура повітря в окремі зимові місяці у Поліссі і Лісостепу [8].

Слід зазначити, що швидкість потепління зростає. Якщо за період 1960-2010 рр. швидкість зміни середньої, мінімальної та максимальної температури за рік становила приблизно 0,3 °С/10 років, то протягом 1981-2010 рр. – вже в середньому 0,5 °С/10 років [9]. При цьому середня річна температура повітря відносно кліматичної норми (1961-1990 рр.) стала вищою на 0,8 °С з 1991 по 2014 рр.. Найбільший вплив на зміни річної температури України мали літній та зимовий сезони: їх середня температура за останній період зросла на 1,3 та 0,9 °С відповідно. При цьому суттєвіше підвищилась температура повітря у січні (2,3 °С) та липні (1,4 °С) [10].

Зростання середньої за рік та місяць температури повітря зумовлено збільшенням мінімальної та максимальної температури впродовж року. При цьому у холодний період відмічається суттєве зростання мінімальної температури, а в теплий – максимальної [11].

Суттєве зростання максимальної і мінімальної температури зумовило скорочення тривалості холодного періоду (5-28 днів), кількості морозних днів та пом'якшення суворості зими. Тривалість літнього періоду збільшилась.

Підвищення максимальної температури зумовило збільшення кількості спекотних днів (коли максимальна температура повітря перевищувала 25 та 30°С), тривалості періо-

дів з такою температурою та їх кількості. У багатьох регіонах збільшення кількості спекотних днів супроводжується підвищенням відносної вологості, тобто зростає кількість днів із задухою, яка несприятливо впливає на самопочуття та здоров'я людини [12].

Дослідження, які проведені під керівництвом В.Ф. Мартазинової [13, 14], виявили, що часова неоднорідність у ході глобальної температури повітря, зумовлена деякими змінами в характері великомасштабної атмосферної циркуляції за останні 100 років. В результаті чого зима наприкінці століття стала дощовою і теплою, а літо – дощовим і прохолодним.

Зміни у циркуляційних процесах стали результатом змін глобального клімату, а це в свою чергу призводить до помітних змін клімату окремих регіонів.

Дослідження високих температур здійснюється, перш за все, на основі аналізу переходу температури через задані межі. За даними [15, 16] температура повітря ≥ 25°С вважається високою (дні з максимальною температурою в межах 25,0-29,9°С називають жаркими), а температура ≥ 30°С – дуже високою (дні з такою температурою вважаються аномально жаркими). У цьому дослідженні будемо дотримуватись саме таких формулювань.

Для території України максимальна температура повітря, що досягає в південних, південно-східних і східних областях 35 °С та вище, є небезпечною, а температура ≥ 40 °С – особливо небезпечною. В західних, північних, північно-східних областях небезпечною вважається температура 30 °С та вище, а особливо небезпечною – температура 35 °С та вище [17].

Саме такі перевищення найчастіше досліджуються [18, 19, 20, 21]. Аналізується тривалість періодів перевищення даних порогів (в днях та годинах), обчислюється ймовірність їх настання, визначаються та класифікуються синоптичні ситуації за яких вони спостерігаються.

Своєчасне передбачення змін клімату наразі допоможе оцінити їх вплив на людину і природні системи, що буде сприяти розробці та прийняттю превентивних заходів, спрямованих на адаптацію та пом'якшення негативного впливу таких змін.

Результати та обговорення

Повторюваність переходу максимальної добової температури повітря через задані межі, які згадувались вище, досліджено на основі результатів спостережень на станціях, розташованих у різних регіонах країни, за певні доступні періоди: Ужгород (1946-2018 рр.), Харків (1936-2005 рр.), Одеса (1894-2005 рр.), а також за сценаріями (RCP2.6), середнього (RCP4.5) і високого (RCP8.5) рівнів викидів парникових газів.

У табл. представлено ймовірність кількості днів з високою температурою у місяці, коли вона була зареєстрована. Результати розрахунків показують, що жаркі дні у досліджуваних регіонах країни, спостерігаються кожного року з травня по вересень (в Ужгороді ще й у квітні). Найчастіше вони виявляються у липні: в Одесі і Харкові (в середньому 18 і 12,5 дні на рік відповідно), в Ужгороді – у серпні (в середньому 13,6 дні на рік).

Таблиця

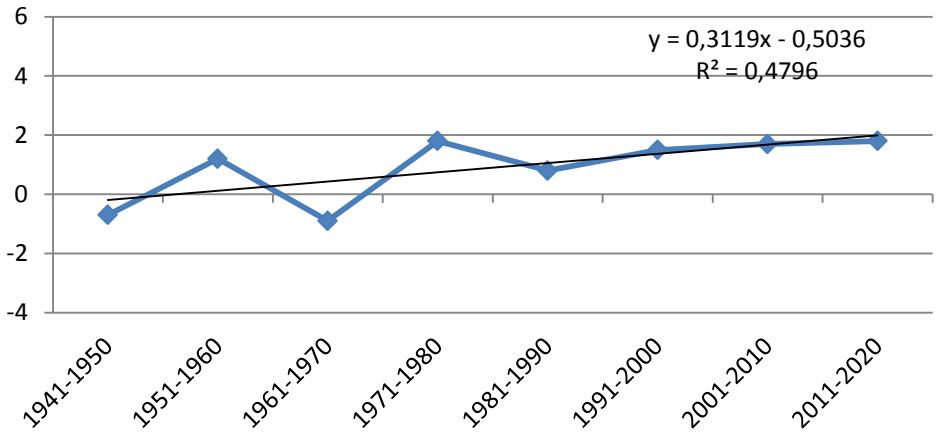
Повторюваність кількості днів з високою температурою (фактичні дані)

Градації, °С	**Місяць**							
	4	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Ужгород								
25,0-29,9	1,2	6,9	11,6	13,2	13,6	6,3	0,3	-
30,0-34,9	-	0,6	2,9	6,3	5,2	0,7	-	-
35,0-39,9	-	-	0,01	0,3	0,6	0,01	-	-
Харків								
25,0-29,9	0,3	6,1	10,6	12,5	12,0	4,1	0,2	-
30,0-34,9	0,02	0,7	3,5	6,4	4,5	0,4	-	-
35,0-39,9	-	-	0,05	0,6	0,4	-	-	-
Одеса								
25,0-29,9	0,08	2,4	9,0	17,0	15,8	3,6	0,1	0,01
30,0-34,9	-	0,1	1,1	4,2	3,2	0,2	0,01	-
35,0-39,9	-	-	0,01	0,1	0,06	-	-	-

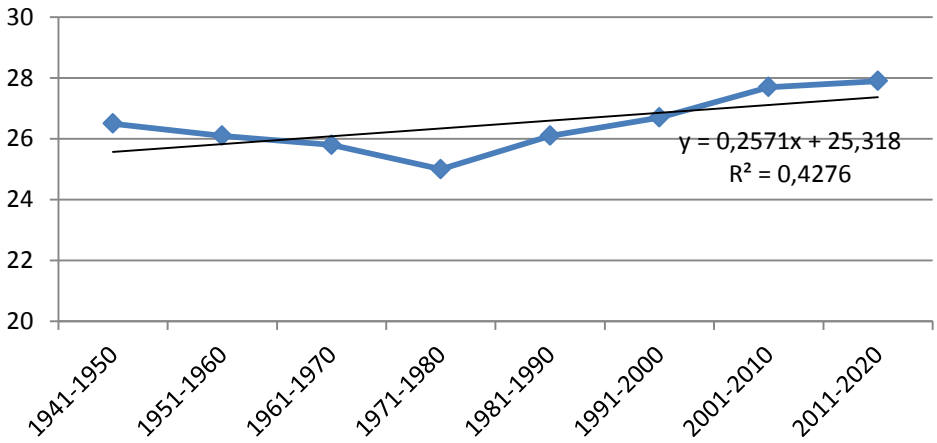
Аномально жаркі дні кожного року спостерігаються з червня по серпень з найбільшою повторюваністю у липні (майже однаковою у Харкові та Ужгороді). Від 3 до 6 раз на 10 років у липні-серпні можливі значення максимальної за добу температури повітря вище 35 °С у Харкові і Ужгороді, в Одесі – рідше (приблизно 1 раз на 10 років).

На рис. 1-3 показано зміну у часі максимальної добової температури повітря, осередненої по десятиріччях (середнього максимуму) на станціях, розташованих в різних регіонах країни, за доступні періоди спостережень та визначено лінійний тренд і його рівняння.

Аналіз наведених рисунків дозволяє зробити наступні висновки. Взимку у всіх досліджуваних регіонах України від одного десятиріччя до іншого чітко прослідковується тенденція на зростання середнього максимуму температури з середньою швидкістю від 0,17 до 0,39 °С/10 років. Не така однозначна ситуація влітку: в Ужгороді спостерігається загальна тенденція на зростання середнього максимуму температури, особливо, починаючи з 70-их років минулого століття і до сьогоднішнього часу (з 25,0 °С до 27,9 ℃), в Одесі і Харкові – тенденція на незначне зниження (правда, тут вихідні дані обмежені 2005 роком).



Січень



Липень

Рис. 1 – Часовий хід максимальної добової температури повітря (°С) осередненої по десятиріччях (Ужгород)

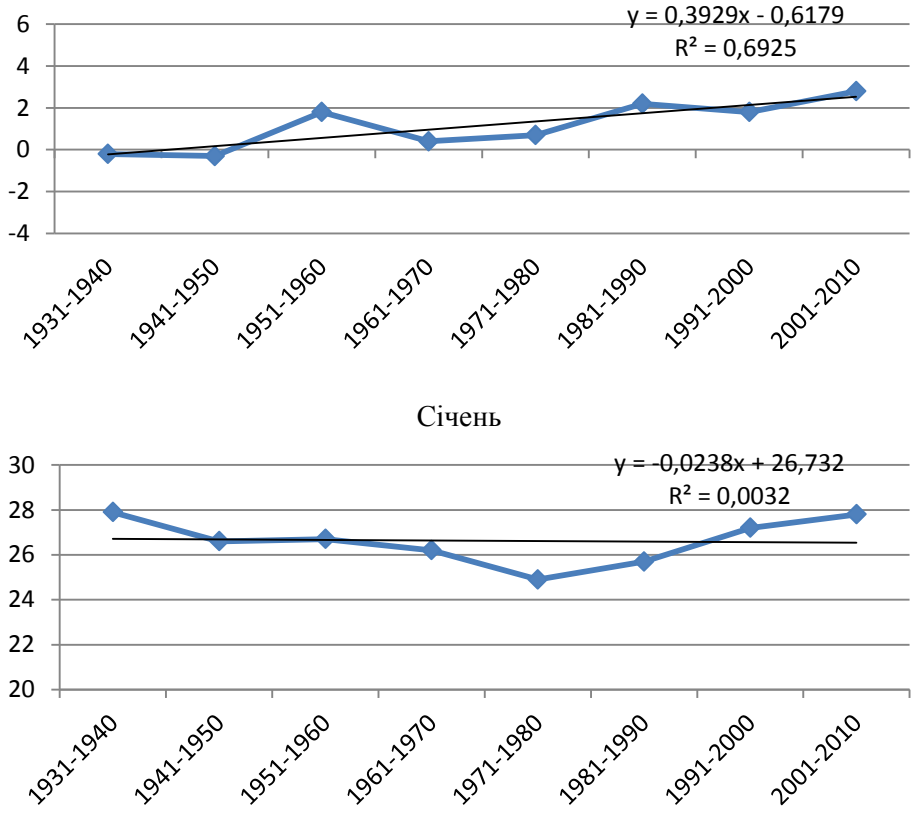


Рис. 2 – Часовий хід максимальної добової температури повітря (°С) осередненої по десятиріччях (Харків)

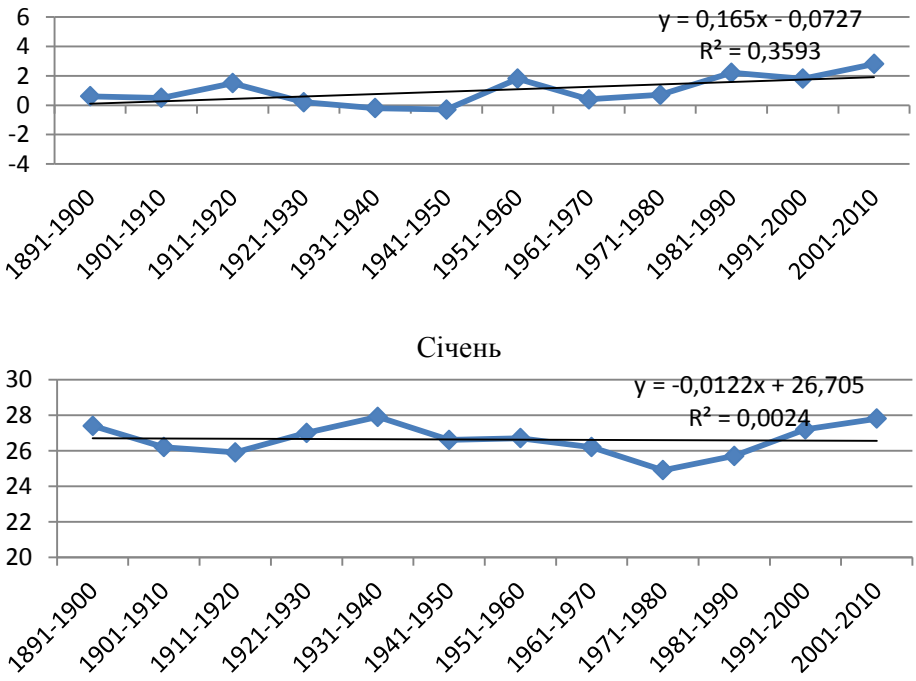


Рис. 3 – Часовий хід максимальної добової температури повітря (°С) осередненої по десятиріччях (Одеса)

Відомо, що в останньому віковому ході максимальної температури у літні місяці в Одесі тенденція до змін максимальної температури за трендом незначна, але в останні роки максимальна температура підвищується. За даними О.О. Світличного [22] коефіцієнт лінійного тренду середньої максимальної добової температури в середньому за літо в Одесі становив 0,77 °С/100 років, а найбільшої з добових максимумів – 1,17 °С/100 років.

На рис. 4 представлено різниці між середнім максимумом температури за певний період і нормою протягом року.

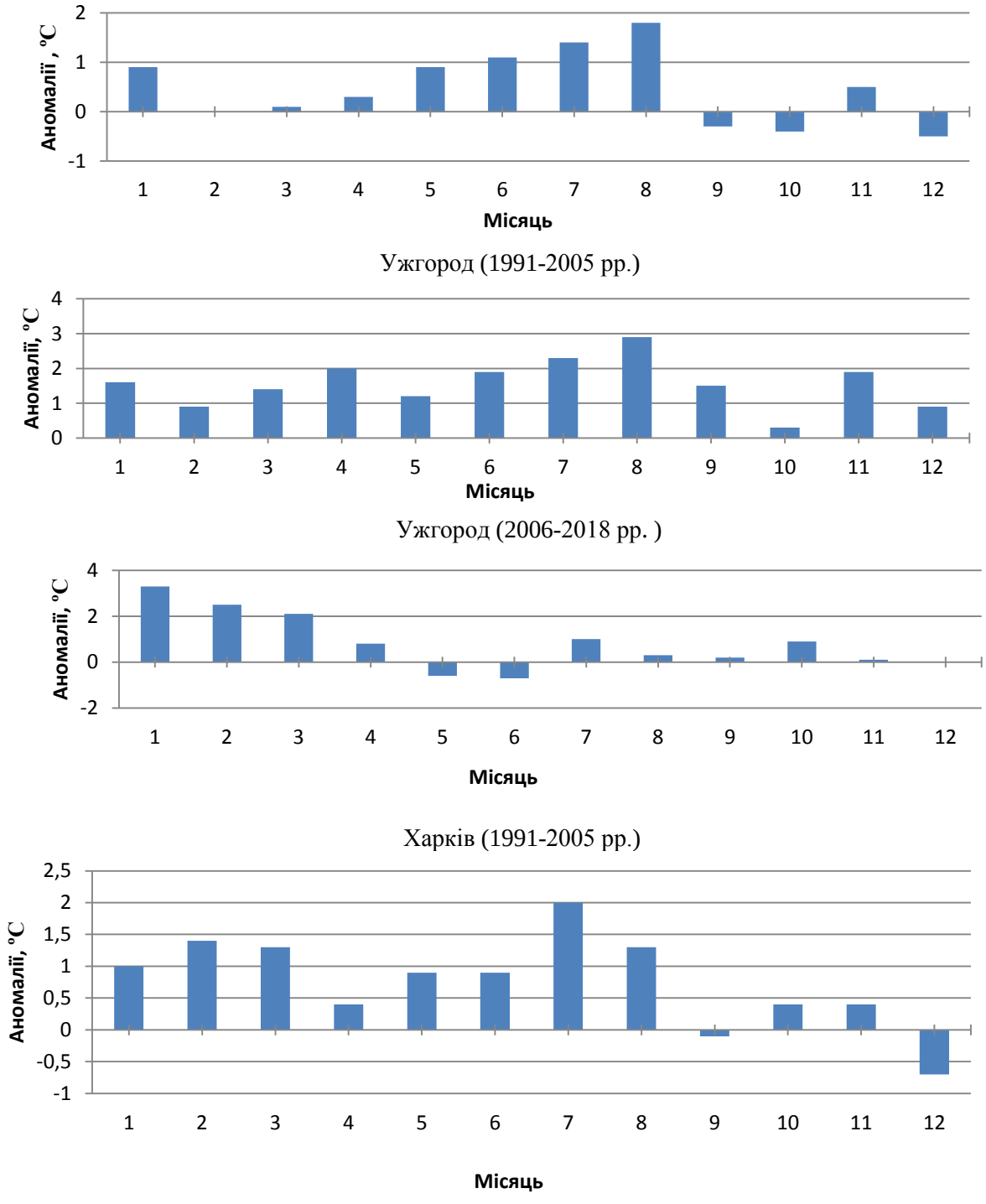


Рис. 4 – Аномалії середнього максимуму температури повітря (°С) відносно норми

У період з 1991 по 2005 рік середня максимальна добова температура в основному зросла, причому найбільше – взимку у Харкові (до 3,3 °С у січні), влітку – до 2,0 °С в Одесі, але в окремі місяці вона трохи зменшилась. За період 2006-2018 рр. в Ужгороді середній максимум у всі місяці протягом року перевищує норму (до 2,9 °С у червні).

На рис. 4 добре видно, що характер змін аномалій протягом року у досліджуваних регіонах різниться. Так, найбільше підвищення середнього максимуму (приблизно на 1,9 °С) відбулось в цілому за зиму на північному сході країни, а найменше значення аномалії тут (приблизно 0,2 °С) – влітку. На заході та півдні країни щонайбільше (на 1,4 °С) зріс середній максимум температури влітку, а восени в Ужгороді він в середньому за сезон зменшився на 0,1 °С, а в Одесі – мінімально підвищився (на 0,2 °С).

Абсолютний максимум температура повітря, який зареєстрований у різних регіонах країни за досліджувані нами періоди: в Ужгороді 38,6 °С (1952 р.), Харкові 37,6 °С (1996 р.), Одесі 36,8 °С (1998 р). Слід зазначити, що за даними [23] у Харкові найвища температура (39,8 °С) була зафіксована у 2010 році.

Схожі результати отримано в монографії [24], де було показано, що максимальна температура у західних областях та на крайньому північному сході знижується у 1961-2000 рр. порівняно з періодом 1961-1990 рр., що можна пояснити зміною циркуляційних умов – почастішанням надходження вологого морського повітря з Атлантики та холодних північних повітряних мас.

Для прогнозування змін кліматичної системи використовуються кліматичні моделі різних рівнів складності. Ці моделі розраховують зміни на основі набору сценаріїв антропогенних впливів. У П'ятій доповіді МГЕЗК використовувся новий набір сценаріїв, а саме: Репрезентативні траєкторії концентрацій (РТК або Representative concentration path – RCP2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 і RCP 8.5). Вони відповідають різним майбутнім антропогенним емісіям парникових газів протягом XXI сторіччя. Відмінності в емісіях пов'язані з різноманітними можливими шляхами соціально-економічного розвитку світу [25].

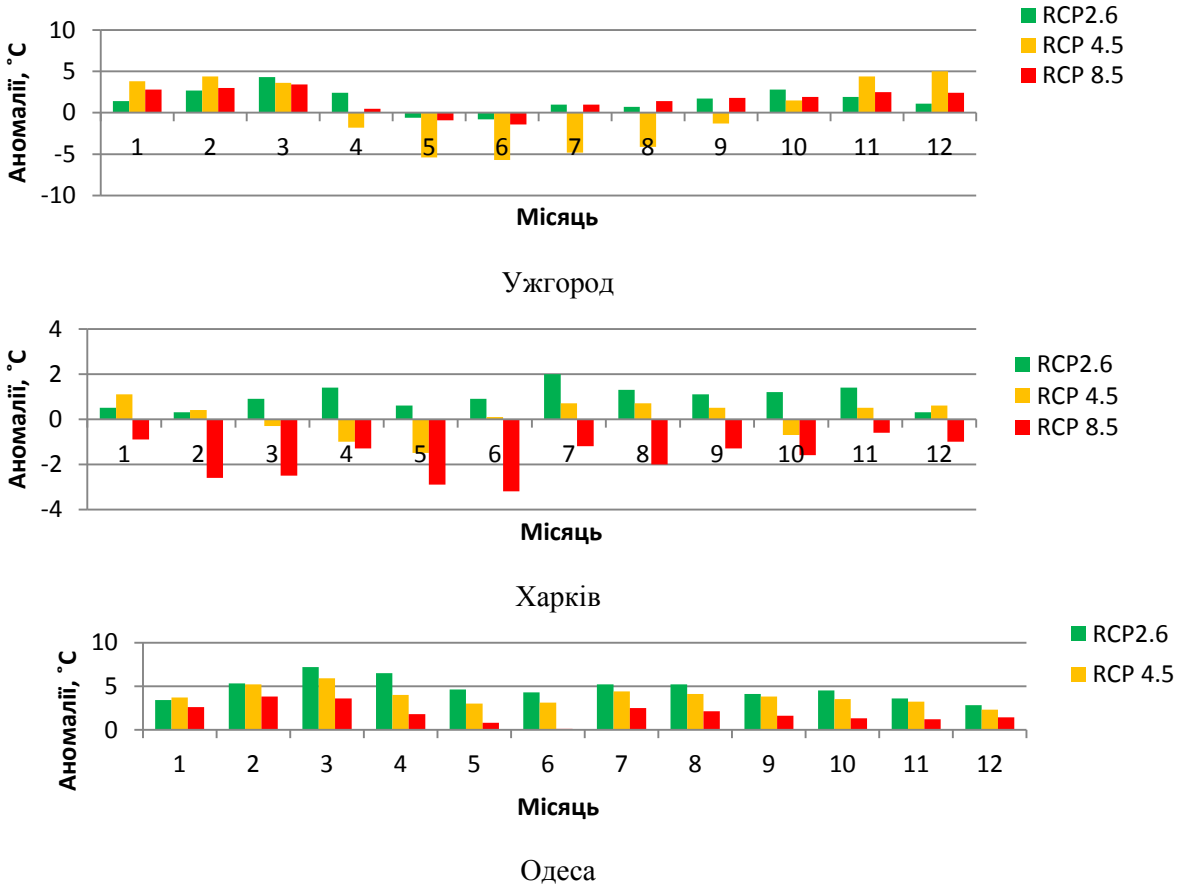


Рис. 5 – Аномалії середнього максимуму температури повітря (°С) для різних сценаріїв відносно норми

На рис. 5 наведено результати порівнянь очікуваних значень середньої максимальної температури повітря за сценаріями RCP2.6, RCP4.5 і RCP8.5 та результати їх порівнянь з кліматичною нормою для різних регіонів країни.

На рис. 6-8 в якості прикладу наведено очікувану динаміку найвищої максимальної добової температури повітря у січні та липні з 2021 по 2050 рр. за сценарієм RCP 2.6 на трьох станціях.

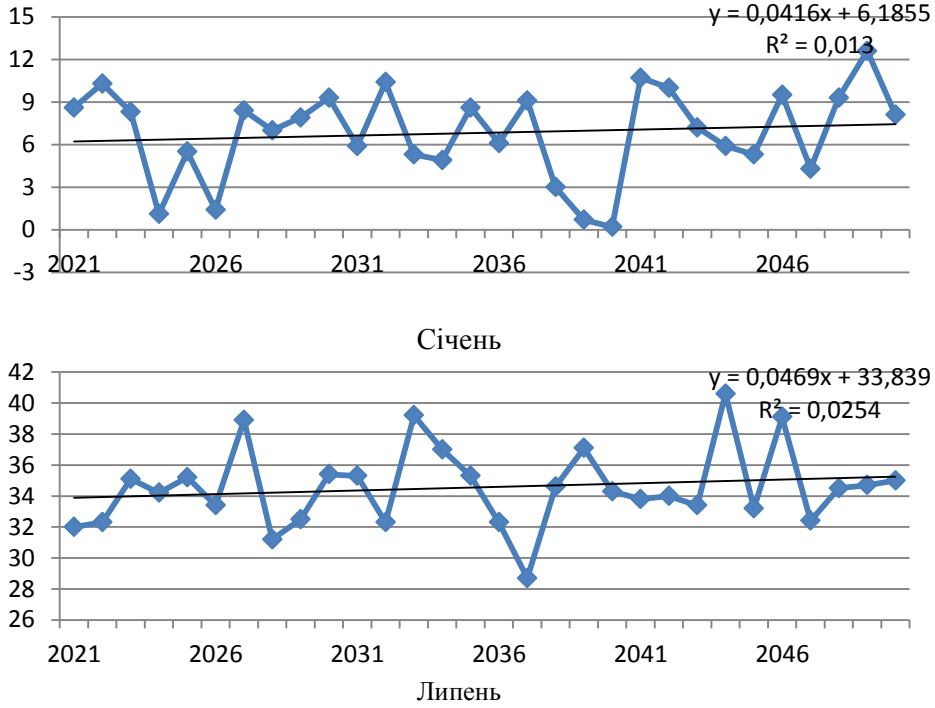


Рис. 6 – Динаміка абсолютного максимуму температури повітря (°С) 2021-2050 рр. (RCP 2.6) – Ужгород

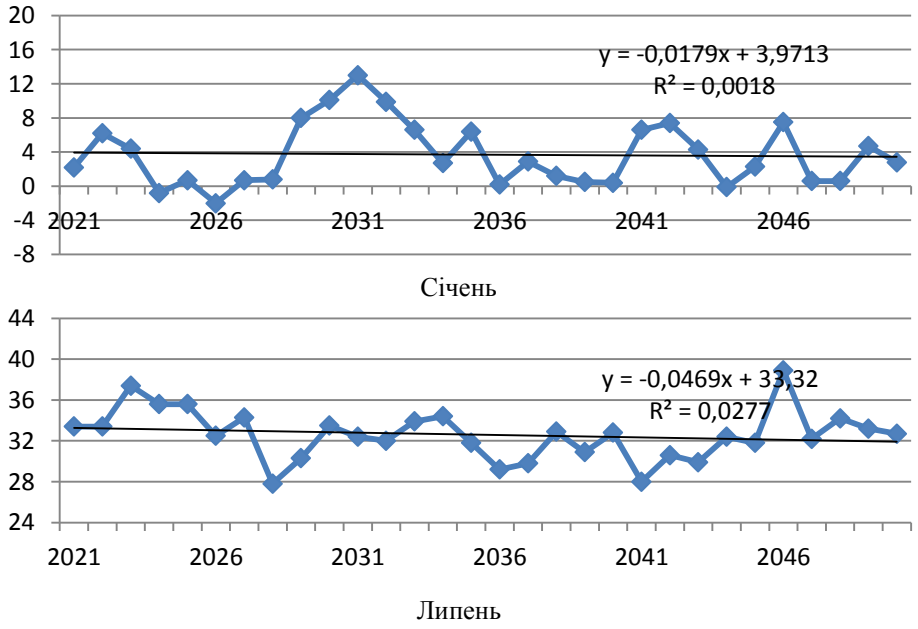
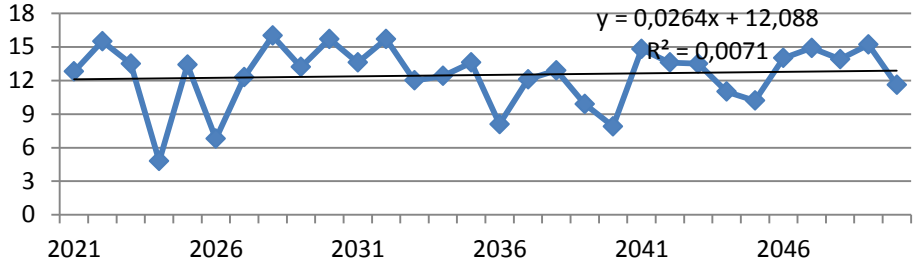
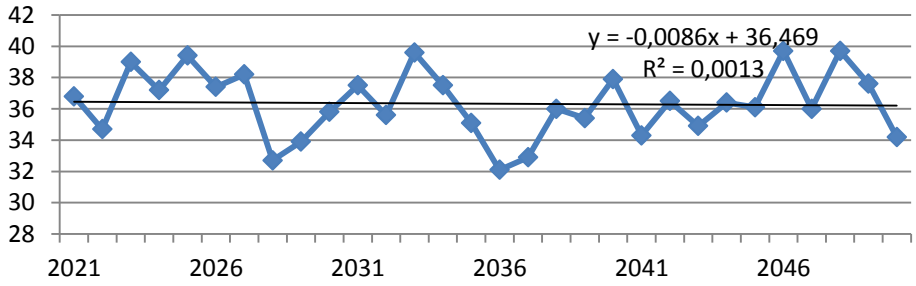


Рис. 7 – Динаміка абсолютного максимуму температури повітря (°С) 2021-2050 рр. (RCP 2.6) – Харків

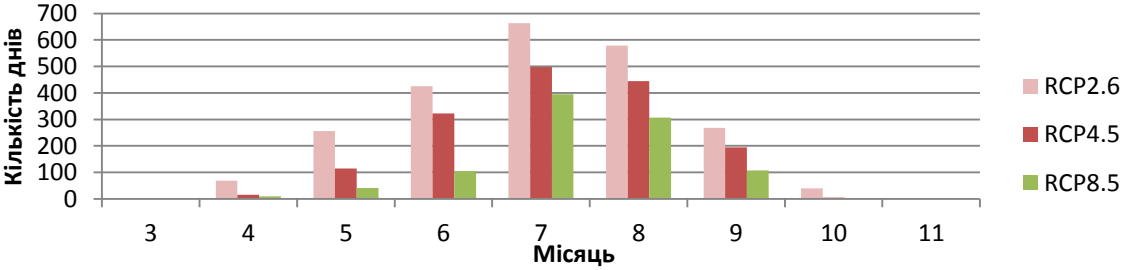


Січень

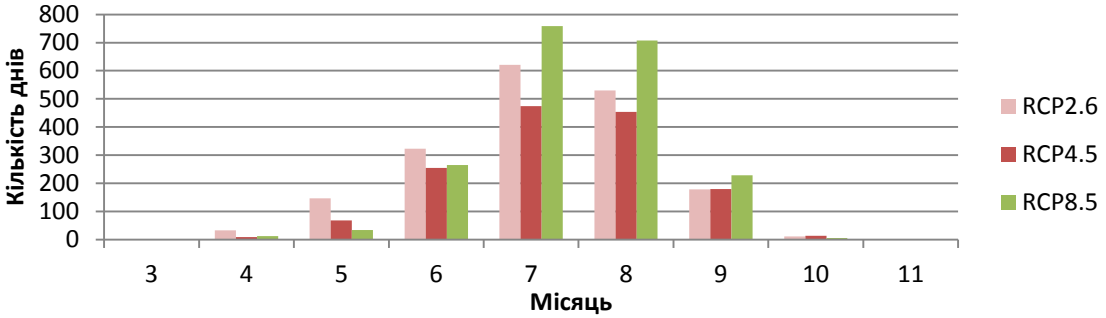


Липень

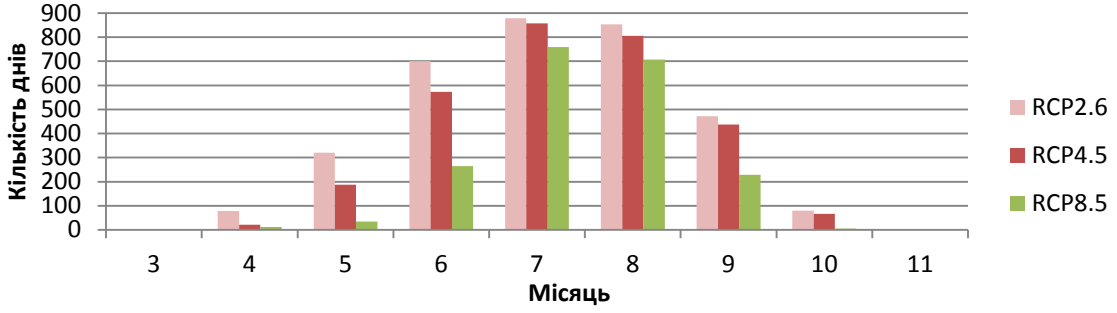
Рис. 8 – Динаміка абсолютного максимуму температури повітря (°С) 2021-2050 рр. (RCP 2.6) – Одеса



Ужгород



Харків



Одеса

Рис. 9 – Очікувана кількість днів з температурою вище 25 °С за різними сценаріями

Визначений лінійний тренд, який характеризує динаміку цієї температури за тридцять років, показує, що зміни її у різних регіонах не будуть однаковими. Так в Ужгороді очікується підвищення максимальної добової температури і взимку, і влітку зі швидкістю 0,41 і 0,46 °С/10 років відповідно. У Харкові можливе зниження її на 0,17 °С/10 років у січні та 0,46 °С /10 років у липні. В Одесі максимальна добова температура у січні зростатиме (0,26 °С/10 років), у липні – знизиться (0,08 °С/10 років).

Згідно проведених нами розрахунків на основі сценаріїв RCP2.6, RCP4.5 і RCP8.5 дні з температурою вище 25 °С на заході, північному сході і півдні країни за всіма сценаріями очікуються щорічно з квітні по жовтень, але в окремі роки вони можуть спостерігатись у березні та листопаді, правда, всього по 1-2 випадки за 30 років (рис. 9). Найбільша кількість їх, в середньому, припадає на липень: в Ужгороді – 13-22, Харкові – 16-25, Одесі – 25-29 днів. З рисунків видно, що за сценарієм RCP2.6 на заході і півдні країни максимальна кількість днів з високою температурою можлива у всі місяці, на північному сході – з квітня по червень (а з липня по вересень тут найбільша кількість їх за сценарієм RCP8.5). В окремі роки в Одесі та Харкові кількість днів з максимальною температурою вище 25 ºС у липні і серпні може спостерігатись навіть впродовж всього місяця. Слід зазначити, що результати розрахунків за трьома сценаріями найчастіше суттєво різняться.

Якщо порівняти очікувані показники з фактичними (див. табл.), то можна зазначити наступне. В Ужгороді за сценарієм RCP2.6, зазвичай, кількість днів з високою температурою за різними градаціями є вищою, за сценарієм RCP8.5 – нижчою, за сценарієм RCP4.5 – не так все однозначно. В Одесі кількість днів з максимальною за добу температурою повітря ≥ 25 °С в основному зростатиме за всіма сценаріями. А от у липні і серпні (RCP2.6, RCP4.5), травні-липні (RCP8.5) кількість жарких днів (25,0-29,9 °С) зменшиться, але суттєво зросте у ці ж місяці кількість аномально жарких (з температурою ≥ 30 °С. У Харкові повторюваність днів з високою температурою, яка очікується, в основному буде вищою за фактичну, особливо з серпня по жовтень (RCP2.6), за сценарієм RCP8.5 – крім травня-липня; а за сценарієм RCP4.5 – співвідношення між цими показниками діаметрально протилежне.

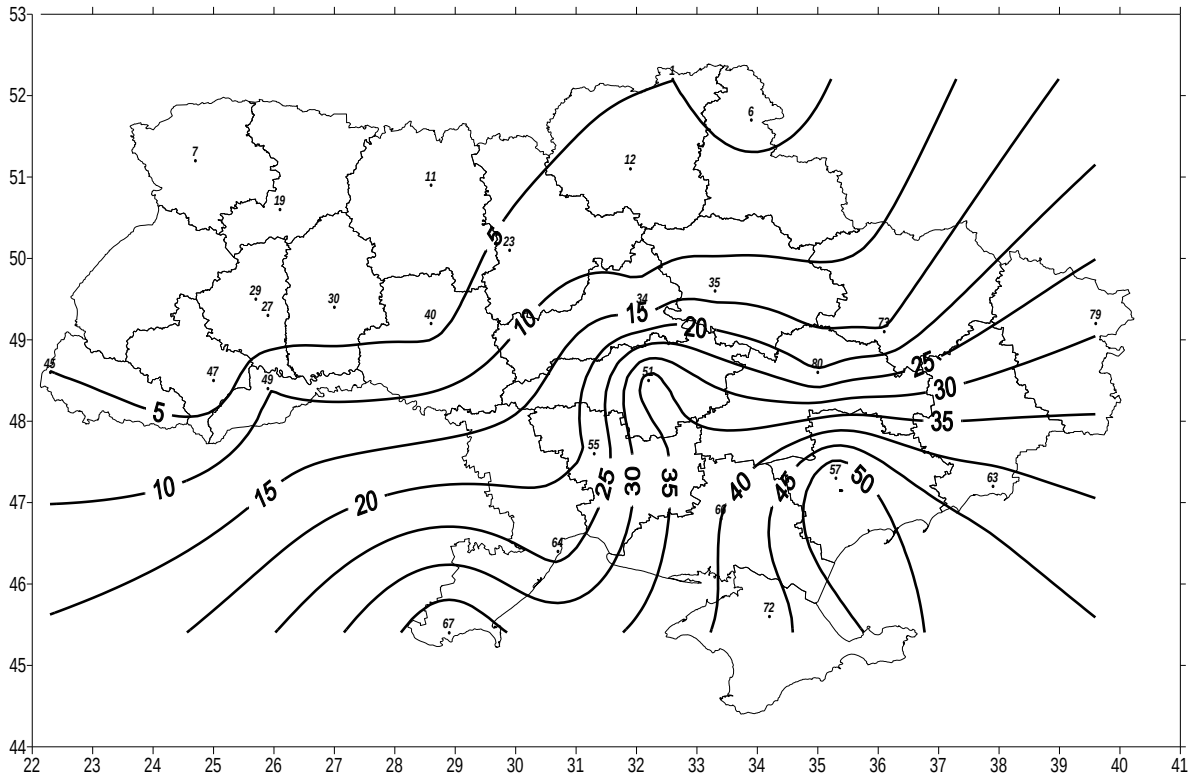


Рис. 10 – Просторовий розподіл імовірності (%) максимальної температури повітря вище 30 ºС (липень – RCP4.5)

Важливе значення мають імовірнісні характеристики, які широко використовуються в практиці обслуговування різних напрямів діяльності людини. Імовірнісні значення метеорологічної величини можна визначити аналітично на основі функції її розподілу. На практиці цю задачу часто вирішують за допомогою емпіричної кривої інтегрального розподілу, для побудови якої розроблено різні методи. Найбільш поширеними в кліматології є гістограмний і розрахунковий методи. У даній роботі криві інтегрального розподілу будувалась гістограмним методом. Виходячи з того, що розподіл максимальної температури повітря у липні близький до нормального закону, для побудови емпіричної кривої інтегрального розподілу вище заданої межі нами використовувалась напівлогарифмічна клітчатка спрямлення. На основі побудованих кривих визначались імовірнісні характеристики для двадцяти семи станцій країни на основі сценарію RCP4.5.

Аналіз здобутих результатів показав, що найвищі температури, можливі 1 раз у 100 років – ≥ 44,9 ºС і 50 років – ≥ 44,2 ºС, очікуються на південному сході країни (ст. Пришиб). У цьому ж регіоні найбільших значень досягає і ймовірність максимальної добової температури вище 30 °С (56%). В цілому зростання максимальної температури та її певної ймовірності очікується з північного заходу на південний схід країни (рис. 10).

Тому розуміння взаємозв'язку між кліматом і здоров'ям є основою для прийняття захисних заходів у відношенні ризиків для здоров'я, пов'язаних з кліматом.

Висновки

Процеси потепління клімату в Україні активізуються. Виявлено чітку тенденцію на зростання середнього максимуму температури повітря взимку зі швидкістю 0,17-0,39 ºС/10 років. Відносно кліматичної норми цей показник в основному підвищився, найбільше (до 3,3 ºС) у січні на північному сході. У майбутньому такі аномалії будуть зростати.

.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють, що конфлікту інтересів щодо публікації цього рукопису немає. Крім того, автори повністю дотримувались етичних норм, включаючи плагіат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

Література

1. Ревич Б. А. Изменение здоровья населения России в условиях меняющегося климата. *Проблемы прогнозирования*. 2008. №3 (108). С. 140-150. URL: https://ecfor.ru/publication/izmenenie-zdorovya-naseleniya-rossii-v-usloviyah-menyayushhegosya-klimata/
2. Ревич Б. А., Малеев В. В. Изменения климата и здоровье населения России: Анализ ситуации и прогнозные оценки. М.: ЛЕНАНД, 2011. 208 с.
3. Confalonieri, U., Menne B., Akhtar R., Ebi K.L., Hauengue M., Kovats R.S., Revich B., and Woodward, A. Human health. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK. 2007. 391-431. URL: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg2-chapter8-1.pdf
4. IPCC, 2013: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp. URL: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg2-chapter8-1.pdf
5. IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_ALL_FINAL.pdf (дата звернення: 11.01.2020).
6. Мохов И. И. Аномальное лето 2010 года в контексте общих изменений климата и его аномалий. Материалы совместного заседания Президиума Научно-технического совета Росгидромета и Научного

совета Российской академии наук «Исследования по теории климата Земли». М.: Триада Лтд, 2011. С. 41-48.
7. Груза Г. В., Ранькова Э. Я. Наблюдаемые и ожидаемые изменения климата России: температура воздуха. Обнинск: Изд-во ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2012. 194 с.
8. Клімат України/за ред. Ліпінського В.М., Дячука В.А., Бабіченко В.М. Київ: Вид. Раєвського, 2003. 343 с.
9. Малицкая Л. В., Балабух В. А. Оценка изменения параметров термического режима климатической системы Украины. Сборник научных статей Международной научной конференции (Минск, 5-8 мая 2015 года). С. 135-136.
10. Балабух В. О. Зміна інтенсивності конвекції в Україні: причини та наслідки. 2008. URL: https://meteo.gov.ua/files/content/docs/Vinnitsa/UkrGMI.pdf (дата звернення: 11.01.2020).
11. Бабиченко В. Н., Адаменко Т . И., Бондаренко З. С., Николаева Н. В., Рудишина С. Ф., Гущина Л. М. Экстремальная температура воздуха на территории Украины в условиях современного климата. *Глобальные и региональные изменения климата*. Киев, 2011. С. 207-221
12. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2014 році. Київ: Міністерство екології та природних ресурсів України,ФОП Грінь Д.С. 2016. 350 с. URL: https://menr.gov.ua/news/31171.html
13. Мартазинова В. Ф., Іванова О. К. Сучасний клімат Київської області. Київ: АВЕРС. 2010. 70 с.
14. Мартазинова В. Ф., Свердлик Т. А. Крупномасштабная атмосферная циркуляція XX столетия, её изменения и современное состояние. Тр. УкрНИГМИ. 1998. Вып. 246. С. 21-27.
15. Бабіченко В.М., Ніколаєва Н. В., Рудішина С. Ф., Гущина Л. М. Максимальна температура повітря на території Україн и в умовах сучасного клімат. *Український географічний журнал*. 2010. №3. С.6-15.
16. Логинов К. Т., Бабиченко В. Н., Кулаковская М. Ю. Опасные явления погоды на Украине. Л.: Гидрометеоиздат, 1972. 236с.
17. Стихийные метеорологические явления на Украине и в Молдавии: климатическое пособие.Под ред. В. Н. Бабиченко. Л.: Гидрометеоиздат,1991. 224 с.
18. Слизька К. П. Підходи до вивчення високих температур повітря на території України в контексті сучасних змін клімату. *Геополитика и экогеодинамика регионов*. 2014. С. 860-866.
19. Катеруша Г. П., Катеруша О. В. Наслідки змін клімату для здоров'я людей. *Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України*. За ред. Степаненка С.М., Польового А.М. Одеса: «ТЕС», 2015. С. 202-256.
20. Катеруша Г. П., Катеруша О. В., Шаблій Т. П. Вплив очікуваних екстремальних умов клімату на біокліматичний режим України. *Кліматичні ризики економіки України*. За ред. Степаненка С. М., Польового А. М. Одеса: ТЕС, 2018. С. 220-258.
21. Сафранов Т. А., Катеруша Г. П., Катеруша О. В. Можливий вплив змін температурного режиму на соціально-економічні умови в регіонах України. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна серія «Екологія»*. 2018. Вип. 19. С. 19-29. URL: https://doi.org/10.26565/1992-4259-2018-19-02
22. Светличный А. А., Ибрагимова М.С. К вопросу о современных изменениях климата Северо-Западного Причерноморья. *Вісник ОНУ імені І.І. Мечникова. Сер.: Географічні та геологічні науки*. 2016. Т. 21. Вип. 1. С. 22-41. URL: http://visgeo.onu.edu.ua/article/view/90327
23. Осадчій В. І., Бабіченко В. М. Температура повітря на території України в сучасних умовах клімату. *Український географічний журнал*. 2013. № 4. С.32-39. https://doi.org/10.15407/ugz2013.04.032
24. Осадчий В. І., Бабіченко В. М., Набиванець Ю. Б., Скриник О. Я. Динаміка температури повітря в Україні за період інструментальних метеорологічних спостережень. Київ: Ніка-Центр, 2013. 256 с.
25. Climate Change (2013): Physical Science Foundation. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC. / Stockker, T. F., Qin, D., Plattner, J. K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, J., Becks, W., & Midgley, P. M. (Eds). - Cambridge: University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA. 2013. 204 c. UPL: https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/ (дата звернення: 21.01.2020).

References

1. Revich, B. A. (2008). Changes in the health of Russian population in a changing climate. *Forecasting problems*, (3 (108)), 140-150. Retrieved from https://ecfor.ru/publication/izmenenie-zdorovya-naseleniya-rossii-v-usloviyah-menyayushhegosya-klimata/ (in Russian).
2. Revich, B. A. & Maleev, V. V. (2011). *Climate Change and Russian Population Health: Situation Analysis and Forecasts*. Moscow: LENAND (in Russian).
3. Confalonieri, U., Menne B., Akhtar R., Ebi K.L., Hauengue M., Kovats R.S., Revich B. & Woodward, A. (2007). Human health. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. *Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 391-431. Retrieved from https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg2-chapter8-1.pdf

4. Stocker, T.F., Qin D., Plattner G.-K., Tignor M., Allen S.K., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V. & Midgley P.M. (Eds.)]. (2013). *Climate change: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Retrieved from https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg2-chapter8-1.pdf
5. Stocker, T.F., Qin D., Plattner G.-K., Tignor M., Allen S.K., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V. & Midgley P.M. (Eds.).(2013). IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 8-30. Retrieved from http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_ALL_FINAL.pdf
6. Mokhov, I. I. (2011). Anomalous summer of 2010 in the context of general climate change and its anomalies. *Research on the theory of Earth's climate: a joint meeting of the Presidium of the Scientific and Technical Council of Roshydromet and the Scientific Council of the Russian Academy of Sciences*. Moscow: Triad Ltd., 41-48 (in Russian).
7. Gruza, G. V. & Rankova E. Ya. (2012). *Observed and expected climate changes in Russia: air temperature*. Obninsk: Publishing House of FSBI "VNIIGMI-WDC", 194 (in Russian).
8. Lipinski, V., Dyachuk, V. & Babichenko V. (Eds.). (2003). *Climate of Ukraine*. Kyiv: View. Rayevsky (in Ukraine).
9. Malitskaya, L.V. & Balabukh, V. A. (2015). Assessment of changes in the parameters of the thermal regime of the climatic system of Ukraine. *Collection of scientific articles of the International Scientific Conference* (Minsk, May 5-8, 2015).135-136 (in Russian).
10. Balabukh, V. O. (2008). *Changing the intensity of convection in Ukraine: causes and consequences.* Retrieved from http://meteo.gov.ua/files/content/docs/Vinnitsa/UkrGMI.pdf (in Ukraine).
11. Babichenko, V. N., Adamenko, T. I., Bondarenko, Z. S., Nikolaeva, N. V., Rudishina, S F. & Gushchina, L. M. Extreme air temperature in Ukraine in a modern climate. *Global and regional climate change*. Kiev, 207-221 (in Russian).
12. National Report on the State of the Environment in Ukraine in 2014 (2015). Kyiv: Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, FOP Grin DS. Retrieved from https://menr.gov.ua/news/31171.html (in Ukraine).
13. Martazinova, V. F. & Ivanova, O. K. (2010). Modern climate of Kyiv region. Kiev: AVERS (in Ukraine).
14. Martazinova, V. F. & Sverdlik, T. A. (1998). Large-scale atmospheric circulation of the twentieth century, its changes and current state. *ProceedingsUkrNIGMI,* (246), 21-27 (in Russian).
15. Babichenko, V. M, Nikolaev, N. V., Rudishina, S. F. & Gushchina, L. M. (2010). The maximum air temperature in Ukraine in the current climate. *Ukrainian Geographical Journal*, (3), 6-15 (in Ukraine).
16. Loginov, K. T., Babichenko, V. N. & Kulakovskaya, M. Yu. (1972). *Hazardous weather phenomena in Ukraine.* Leningrad: Gidrometeoizdat (in Russian).
17. Babichenko, V. N. (Ed.). (1991). Natural weather phenomena in Ukraine and Moldova: a climatic allowance. Leningrad: Gidrometeoizdat (in Russian).
18. Slyzka, K. P. (2014). Approaches to the study of high air temperatures in Ukraine in the context of current climate change. *Geopolitics and ecogeodynamics of regions*, 860-866 (in Ukraine).
19. Katerusha, G. P. & Katerusha, O. V. (2015). The effects of climate change on human health/. In S. M. Stepanenko, A. M. Pol`ovy`j (Eds). *Climate change and their impact on the Ukrainian* economy (pp.202-256). Odesa: TPP (In Ukraine).
20. Katerusha, G. P. & Katerusha, O. V. & Chabli, T. P. (2018). Influence of Expected Extreme Climate Conditions on the Bioclimatic Regime of Ukraine. In S. M. Stepanenko, A. M. Pol`ovy`j (Eds).*Climate Risks of Ukrainian Economy* (pp. 220-258). Odesa: TPP (in Ukraine).
21. Safranov, T. A., Katerusha, G. P. & Katerusha, O. V. (2018). Possible influence of temperature changes on socio-economic conditions in the regions of Ukraine. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University series «Ecology»*, (19), 19-29. https://doi.org/10.26565/1992-4259-2018-19-02 (in Ukraine).
22. Svetlichny, A. A. & Ibragimova, M. S. (2016). On the issue of modern climate changes in the Northwest Black Sea Region. *Bulletin of Odessa I. Mechnikov National University. Geographic and geological sciences*, 21(1), 22-41. Retrieved from http://visgeo.onu.edu.ua/article/view/90327 (in Russian).
23. Osadchy, V. I. & Babichenko, V. M. (2013). Air temperature in Ukraine in modern climate conditions. *Ukrainian Geographical Journal*, (4), 32-39. https://doi.org/10.15407/ugz2013.04.032 (in Ukraine).
24. Osadchy, V. I., Babichenko, V. M., Nabivanets, Y. B. & Skrynyk, O. J. (2013*). Dynamics of air temperature in Ukraine during the period of instrumental meteorological observations.* Kyiv: Nika-Center (in Ukraine).
25. Stockker, T. F., Qin, D., Plattner, J. K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, J., Becks, W., & Midgley, P. M. (Eds). Climate Change (2013): Physical Science Foundation. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC. - Cambridge: University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA. Retrieved from https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/

Надійшла до редколегії 18.02.2020 Прийнята 15.04.2020