УДК 551.586

Шевченко Ольга Григорівна
кандидат географічних наук, доцент
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна, e-mail: olenyatko@meta.ua.

Байдюк Тетяна Миколаївна
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

ОЦІНКА РЕКРЕАЦІЙНИХ КЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ МІСТА КИЄВА В ЛІТНІЙ СЕЗОН ЗА ДОПОМОГОЮ МОДЕЛІ «RAYMAN»

Метою даного дослідження є оцінка біоклімату міста Києва під час календарного літа з використанням сучасного біокліматичного індексу (БІ) – фізіологічно-еквівалентної температури (ФЕТ).

Методика. Для отримання значень ФЕТ було використано модель «RayMan». Моделювання здійснювалося на основі матеріалів спостережень за температурою та відносною вологістю повітря, хмарністю та швидкістю вітру о 12 год на метеорологічній станції «Київ» за 1 червня – 31 серпня 2005–2014 рр. Ідентифікація випадків хвиль тепла (ХТ) ґрунтується на визначенні, рекомендованому Міжнародною групою експертів зі змін клімату (IPCC).

Результати. Під час календарного літа в Києві більшість днів (від 70 до 86,8 % – в різні місяці) характеризується тепловим стресом різної інтенсивності, а середня повторюваність комфортної погоди варіюється лише від 10,6 до 20 %. Під час ХТ в Києві 92 % днів були з сильним та екстремальним тепловим стресом. Таким чином, влітку в Києві переважно спостерігаються погодні умови, що можуть призвести до перегріву організму та теплового стресу.

Наукова новизна. Оцінка біоклімату Києва вперше здійснена з використанням сучасного БІ – фізіологічно-еквівалентної температури, що ґрунтується на рівнянні енергетичного балансу людського організму та враховує всі групи чинників, що впливають на тепловідчуття людини в межах урбанізованого середовища, і є одним з найбільш об'єктивних комплексних показників для вирішення таких задач.

Практична значимість. Отримані результати можуть бути використані для підвищення комфортності міського середовища для його мешканців та туристів, шляхом розробки та впровадження заходів адаптації до спеки, вибору оптимального періоду для відвідання міста, розвитку інфраструктури для рекреації та туризму під час спекотних періодів.

Ключові слова: біоклімат, фізіологічно-еквівалентна температура, тепловий комфорт, тепловий стрес, хвиля тепла, рекреація.

УДК 551.586

Шевченко Ольга Григорьевна,
кандидат географических наук, доцент
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, г. Киев, Украина, e-mail: olenyatko@meta.ua.

Байдюк Татьяна Николаевна
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, г. Киев, Украина

ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ГОРОДА КИЕВА В ЛЕТНИЙ СЕЗОН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ «RAYMAN»

Целью данного исследования является оценка биоклимата города Киева на протяжении календарного лета с использованием современного биоклиматического индекса (БИ) – физиологически-эквивалентной температуры (ФЭТ).

Методика. Для получения значений ФЭТ было использовано модель «RayMan». Моделирование осуществлялось на основе материалов наблюдений за температурой и относительной влажностью воздуха, облачностью и скоростью ветра в 12 ч на метеорологической станции «Киев» за 1 июня – 31 августа 2005–2014 гг. Основой для идентификации случаев волн тепла (ВТ) было определение, рекомендованное Международной группой экспертов по изменению климата (IPCC).

Результаты. Во время календарного лета в Киеве большинство дней (от 70 до 86,8 % – в разные месяцы) характеризуется тепловым стрессом различной интенсивности, а средняя повторяемость комфортной погоды варьируется в пределах 10,6–20 %. Во время ВТ в Киеве 92 % дней были с сильным и экстремальным тепловым стрессом. Таким образом, летом в Киеве преимущественно наблюдаются погодные условия, которые могут привести к перегреву организма и тепловому стрессу.

Научная новизна. Оценка биоклимата Киева впервые осуществлена с использованием современного БИ – физиологически-эквивалентной температуры, который основывается на уравнении энергетического баланса организма человека и учитывает все группы факторов, которые влияют на теплоощущение человека в урбанизированной среде, и, соответственно, является одним из самых объективных комплексных показателей для решения задач такого типа.

Практическая значимость. Полученные результаты могут быть использованы для повышения комфортности городской среды для ее жителей и туристов, путем разработки и внедрения мер по адаптации к жаре, выбора оптимального периода для посещения города, развития инфраструктуры для рекреации и туризма во время жарких периодов.

Ключевые слова: биоклимат, физиологически-эквивалентная температура, тепловой комфорт, тепловой стресс, волна тепла, рекреация.

UDC 551.586

Shevchenko Olha Hryhorivna
Candidate Of Geographical Sciences, Associate Professor
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine, e-mail: olenyatko@meta.ua

Baidiuk Tetiana Mykolaivna
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

ASSESSMENT OF THE RECREATION CLIMATIC RESOURCES OF KYIV IN SUMMER SEASON USING «RAYMAN» MODEL

Purpose. The aim of the study is assessment of bioclimate of Kyiv during the calendar summer using modern bioclimatic index (BI) - Physiologically Equivalent Temperature (PET).

Methods. RayMan model was used for obtaining PET values. The daily data of air temperature and relative humidity, cloud cover and wind speed measured at 12.00 UTC in the summer months June to August in 2005-2014 were used for simulations. Identification of heat waves (HW) cases based on the definition, recommended by the International Panel on Climate Change (IPCC).

Results. During the calendar summer most days characterized by thermal stress of different intensity - in different months their frequency varies from 70 to 86,8 % and mean frequency of comfort weather varies only from 10,6 to 20 %. During the HW cases in Kyiv 92 % of days

characterize by strong and extreme heat stress. Thus, weather conditions which observed during the summer in Kiev can lead to overheating of the body and heat stress in most cases.

Scientific novelty. Assessment of the bioclimate of Kyiv using modern BI - physiologically equivalent temperature was carried out for the first time. This index based on the equation of energy balance of the human body and takes into account all groups of the factors affecting on thermal perception of the human body in the urban environment, and it is one of the most objective BI for solving such type of tasks.

The practical significance. The obtained results can be used to enhance the comfort of residence and staying of a big amount of people in city by developing and implementing of adaptation measures to the heat, choosing of the optimal period for visiting of the city, the development of the infrastructure for recreation and tourism in the city during the hot periods.

Keywords: bioclimate, physiological equivalent temperature, thermal comfort, heat stress, heat wave, recreation.

Постановка проблеми та актуальність. Погодно-кліматичні умови конкретного регіону належать до визначальних чинників для розвитку рекреації та туризму. Проте, усереднені значення метеорологічних параметрів (температури та вологості повітря, напрямку та швидкості вітру, ін.), що використовуються для характеристики клімату певної території, не дають цілісного уявлення про сприятливий чи подразнюючий вплив атмосферного середовища на людський організм і тому для оцінки туристично-рекреаційного потенціалу повинні застосовуватися лише в комплексі з результатами дослідження біоклімату, які отримані з використанням сучасних комплексних індексів.

В умовах глобального потепління, яке проявляється перш за все в зростанні температури повітря, в регіонах з помірним кліматом в теплий період року збільшується кількість днів з тепловим стресом, що знижує комфортність біоклімату та може негативно впливати на самопочуття людей. У великих містах мікрокліматичні особливості призводять до локального підвищення температури в їх центральній частині (в результаті виникнення явища острову тепла), посилюючи негативні наслідки від прояву глобальної зміни клімату. Мешканці Києва, що є багатомільйонним містом, влітку під час рекреації на відкритому повітрі можуть зазнавати теплового стресу, адже, за даними В.О. Балабух [1] середня температура за червень–серпень в 1991–2010 рр. вже зросла на 1,0°С порівняно з кліматичною нормою, а за даними Шевченко О.Г. та ін. [6], хоча острів тепла в Києві й має непостійний характер, проте його найбільша інтенсивність проявляється саме в літній період. Варто також взяти до уваги, що Київ є одним із основних центрів міського туризму в Україні, щорічна відвідуваність якого досягнула понад 1,5 млн. осіб [2].

Тому оцінка біоклімату м. Києва (як рекреаційного кліматичного ресурсу) є дуже актуальною. Її результати можуть бути використані для підвищення комфортності проживання та перебування в місті значної кількості людей, шляхом розробки та впровадження в місті заходів адаптації до спеки, вибору оптимального періоду для відвідання міста, розвитку інфраструктури для рекреації та туризму в місті під час спекотних періодів.

Метою даного дослідження є оцінка біоклімату міста Києва під час календарного літа з використанням сучасного спеціалізованого індексу та моделі «RayMan» для отримання його значень.

Аналіз останніх досліджень. Біокліматичні дослідження території України були започатковані кілька десятиліть тому. Для Києва вони були розпочаті Б.А. Айзенштатом та Л.І. Сакалі наприкінці 1970-х – у 1980-х рр. минулого сторіччя і продовжують здійснюватися різними дослідниками й нині [3]. Проте, на жаль, на сьогоднішній день в Україні для оцінки біоклімату активно використовуються найпростіші біокліматичні індекси, більшість з яких розроблена понад п'ятдесят років тому. Ці індекси дуже прості в розрахунках, але, переважно, враховують вплив на тепловідчуття людини лише метеорологічних параметрів, в той час як в усьому світі протягом останніх кількох десятиліть для біокліматичних оцінок використовують індекси, що ґрунтуються на енергетичному балансі людського організму. Серед європейських вчених одним з найпопулярніших таких індексів є фізіологічно-еквівалентна температура (ФЕТ), запропонована H. Mayer і P. Hoppe [9]. В роботі [4] наведено результати порівняння біокліматичних індексів, що найчастіше використовуються на території України, з ФЕТ та детально описано і обґрунтовано переваги останнього.

На сьогоднішній день за допомогою ФЕТ зроблено оцінки біоклімату в різних куточках нашої планети, в Україні це було здійснено лише для Одеси [8].

Матеріали та методи досліджень. Для оцінки біоклімату Києва нами було використано матеріали спостережень на метеорологічній станції «Київ» за температурою та відносною вологістю повітря, хмарністю та швидкістю вітру о 12:00 год за 1 червня – 31 серпня 2005–2014 рр.

Для отримання значень біокліматичного індексу фізіологічно-еквівалентної температури було використано модель «RayMan», розроблену в Метеорологічному інституті Фрайбурзького університету імені Альберта-Людвіга.

Для виявлення випадків хвиль тепла (ХТ) у Києві була використана інформація про максимальну температуру на метеорологічній станції «Київ» за кожен день з 1 червня по 31 серпня 1961–1990 рр. та 2005–2014 рр.

Виклад основного матеріалу. Біоклімат являє собою сукупність характеристик клімату, які визначають його комплексний вплив на організм людини на певній території. З метою оцінки особливостей біоклімату найчастіше використовують комплексні показники, що називаються біокліматичними індексами (БІ). БІ характеризують особливості теплової структури середовища і є опосередкованим індикатором стану теплового поля, що оточує людину. Досягнення теплового комфорту організму людини залежить від трьох груп чинників – фізіологічного стану організму, умов оточуючого середовища та одягу з відповідною термоізоляцією. До основних метеорологічних величин, що впливають на енергетичний баланс людини

належать температура повітря, тиск водяної пари, швидкість вітру та середня радіаційна температура оточуючого простору.

Як вже зазначалося вище, серед європейських вчених на сьогоднішній день одним з найпопулярніших БІ є фізіологічно-еквівалентна температура, що ґрунтуються на енергетичному балансі людського організму. ФЕТ – це величина, еквівалентна температурі повітря, що необхідна для відтворення у стандартному закритому приміщенні у середньостатистичної людини таких же значень температури шкіри та внутрішньої температури тіла, що і в умовах, які оцінюються. За типові умови в приміщенні беруться наступні: середня радіаційна температура дорівнює температурі повітря, швидкість вітру – 0,1 м/с, парціальний тиск водяної пари – 12 гПа (що приблизно дорівнює відносній вологості 50 % за температури повітря 20,0°С) [7]. Одиницями вимірювання ФЕТ є °С, що робить даний індекс дуже зручним для використання. Комфортним умовам відповідають значення ФЕТ в межах 18,1–23,0°С.

Основою для розрахунків фізіологічно-еквівалентної температури є Мюнхенська модель енергетичного балансу людини (MEMI). Розрахунок ФЕТ включає в себе наступні кроки:

- розрахунок теплового режиму тіла (за MEMI) для заданої комбінації метеорологічних параметрів;
- введення розрахованих значень середньої температури шкіри та внутрішньої температури тіла в модель MEMI та вирішення системи рівнянь енергетичного балансу людини, для температури повітря за наступних параметрів V=0,1 м/с, VP=12 гПа та $T_{с.р.}=T_{пов}$.

В біокліматології для оцінки впливу клімату на людський організм інколи можуть використовуватися усереднені значення біокліматичного індексу. Проте, оскільки різні біокліматичні індекси мають різні одиниці вимірювання, різну кількість градацій для визначення комфортності/дискомфортності середовища та інші відмінності, то лише числове вираження біокліматичного індексу не завжди є показовим і тим більше числові значення різних БІ не можуть порівнюватися між собою. Найчастіше отримані значення БІ за якийсь період відносять до певної градації (наприклад, комфортної погоди, погоди з тепловим стресом, тощо) і розраховують повторюваність днів, що належать до цієї градації за обраний часовий відрізок. В даній роботі нами був використаний саме такий підхід для характеристики біоклімату міста Києва.

Розраховані значення ФЕТ для Києва за досліджуваний період знаходяться в межах 11,5–47,0°С. Значення ФЕТ у такому діапазоні потрапляють у 7 градацій: від помірного холодового стресу (таких спостерігалося 5 днів) до екстремального теплового (37 днів).

Середня повторюваність кількості днів з холодовим стресом за період 2005–2014 рр. в червні становить 10 %, в липні – 2,6 %, у серпні – 7,1 %. Варто відмітити, що це переважно дні з легким холодовим стресом, який за умови правильного підбору одягу не може завдати суттєвої шкоди організму людини.

Крім того, в окремі місяці протягом досліджуваного періоду днів з холодовим стресом взагалі не було зафіксовано.

Комфортна погода найчастіше влітку спостерігається в червні – її повторюваність становить 20,0 %, в серпні повторюваність комфортної погоди дещо нижча – 17,8 %, а в липні вона становить лише 10,6 % (рис. 1).

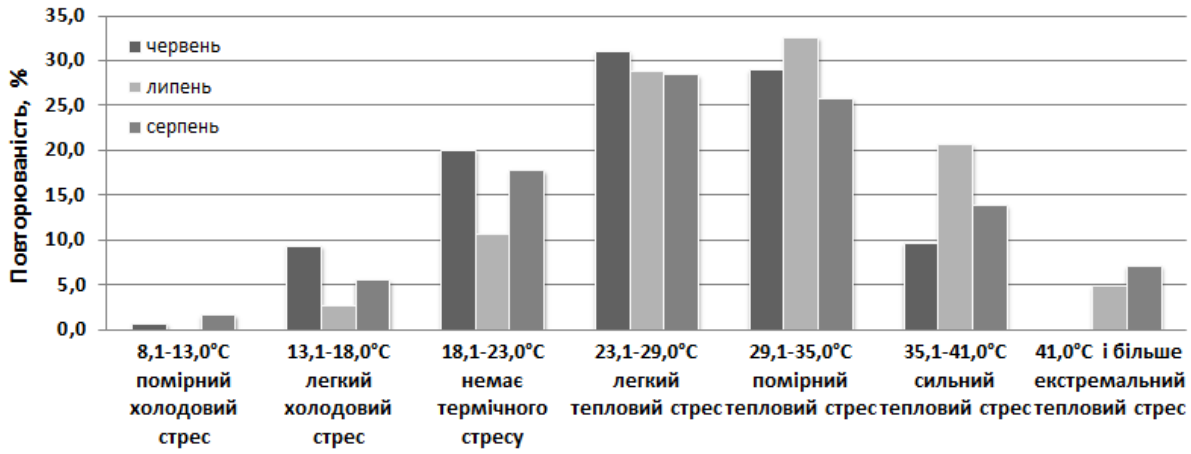

Рис. 1. Осереднена повторюваність ФЕТ за градаціями за 2005–2014 рр.

Середня повторюваність днів з тепловим стресом в червні становить 70%. В липні дещо вища – 86,8%. У серпні – 75,1%. Оскільки, влітку саме тепловий стрес є прямою небезпекою для життя і здоров'я населення, особливо для вразливих категорій, тому доцільно більш детально розглянути повторюваність днів з різною інтенсивністю теплового стресу (адже, легкий та екстремальний тепловий стрес мають різний вплив на людський організм).

В середньому за досліджуваний період майже кожен третій день в Києві характеризувався *легким тепловим стресом* (ФЕТ=23,1–29,0°С) (рис. 1). Середня повторюваність таких днів є майже однаковою у всі місяці: у червні – 31 %, у липні – 28,7 %, у серпні – 28,4 %.

Середня повторюваність днів з *помірним тепловим стресом* (ФЕТ=29,1–35,0°С) також є досить високою: у червні становить 29 %, у липні – 32,6 % і дещо нижча у серпні – 25,8 %.

Значно менше влітку в Києві спостерігається днів з сильним тепловим стресом (ФЕТ=35,1–41,0°С) – середня повторюваність таких днів у червні є втричі нижчою, ніж днів з помірним тепловим стресом, і становить 9,7 %. У серпні кількість днів з сильним тепловим стресом також є невисокою – 13,9%. І лише в липні в середньому кожен п'ятий день належить до цієї категорії – повторюваність – 20,7%.

Екстремальний тепловий стрес характеризується значеннями ФЕТ вище 41,0°С і становить найбільшу небезпеку для здоров'я та життя людей, тому його дослідження та прогнозування є дуже важливим, адже, може допомогти мінімізувати або уникнути негативних наслідків. У червні за період 2005–2014 рр. днів з екстремальним тепловим стресом не зафіксовано взагалі. У липні середня повторюваність таких днів становить 4,8 %, у серпні – 7,1 %.

Найвищого значення повторюваність днів з екстремальним тепловим стресом досягла в серпні 2010 р. – 35,5% (причинами цього була потужна хвиля тепла (ХТ), що спостерігалася в цей час).

Хвилі тепла – це періоди аномально спекотної погоди, що час від часу спостерігаються на різних територіях. Хоча, як показують дослідження цього явища за багатолітній період, ХТ спостерігалися і раніше, проте значну увагу до себе вони привернули лише після дуже інтенсивних та тривалих їх проявів у США в 1995 р., в Європі – 2003 та 2006 рр., в Росії – в 2010 р., в результаті яких значна кількість людей зазнала теплового стресу та було зафіксоване суттєве збільшенням кількості смертей від перегріву. Наприклад, в Європі під час ХТ в червні–серпні 2003 р. загальна кількість жертв перевищила 50 000 осіб, у Москві під час відомої хвилі тепла 2010 р. лише в липні кількість смертей порівняно з липнем 2009 р. зросла на 4800 осіб [10]. Зростання інтересу до ХТ відбувається також завдяки тому, що згідно з найпоширенішими прогнозними моделями температура повітря на планеті в найближчі десятиліття продовжуватиме зростати і це відповідно викличе збільшення повторюваності проявів ХТ.

На сьогодні не існує єдиного універсального визначення хвиль тепла, що використовувалося б як критерій для виявлення цієї аномалії у всіх без винятку дослідженнях. У [5] обґрунтовано зручність використання визначення ХТ, що рекомендоване Міжнародною групою експертів зі змін клімату (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC), для дослідження проявів цієї аномалії на території України. Згідно цього визначення хвилею тепла вважається період, протягом якого максимальна добова температура повітря понад 5 послідовних днів перевищує середню максимальну температуру повітря для даного дня на даній станції за період 1961–1990 рр. на 5°С.

За період 2005–2014 рр. ґрунтуючись на визначенні ХТ, рекомендованому IPCC, в Києві було виявлено 6 випадків ХТ (табл. 1).

Тривалість та інтенсивність ХТ є дуже важливими характеристиками цієї метеорологічної аномалії. Тривалість ХТ, що спостерігалися в 2005–2014 рр. в Києві становила від 7 до 18 днів (табл. 1). Для характеристики інтенсивності ХТ, як правило, використовується кумулятивна T_{MAX} протягом окремої ХТ. Зазвичай кумулятивну T_{MAX} протягом окремої ХТ розраховують як суму різниць між максимальною добовою температурою повітря та певним граничним значенням, що залежить від визначення хвиль тепла, що використовується. В таблиці 1 представлені характеристики інтенсивності випадків ХТ, виявлених за 2005–2014 рр.

Таблиця 1.

Хвилі тепла в Києві в літній період 2005–2014 рр. та їх основні характеристики

Рік	*Дата*	*Кумулятивна T_{MAX}, °C*	*Середня T_{MAX}, °C*	*Тривалість, дні*	*Середнє значення ФЕТ під час ХТ*
2010	08.06–14.06	23,1	3,3	7	37,1
2010	14.07–24.07	35,1	3,2	11	40,5
2010	31.07–17.08	108,6	6,0	18	42,2
2012	02.07–09.07	28,4	3,6	8	38,0
2012	25.07–07.08	43,7	3,1	14	38,0
2014	30.07–06.08	18,3	2,3	8	37,7

Тривалість та інтенсивність ХТ описують їх з точки зору метеорології, проте не можуть повною мірою відобразити ступінь негативного впливу цього атмосферного явища на людський організм. Одне із завдань, яке може бути вирішене за допомогою біокліматичних індексів – це якраз і є визначення потенційного негативного впливу погодних умов на людину під час хвиль тепла. Тому були проаналізовані значення ФЕТ під час ХТ, що спостерігалися у Києві в 2005–2014 рр. Під час досліджуваних випадків ХТ розраховані значення ФЕТ знаходилися в межах 29,9–47,0°С, тобто, відповідали градаціям – помірний, сильний та екстремальний тепловий стрес. При цьому з 66 днів, коли спостерігалися ХТ лише 5 (8 % днів від загальної тривалості ХТ) характеризуються значенням ФЕТ нижче 35,0°С, що відповідає помірному тепловому стресу, днів зі слабким тепловим стресом або комфортною погодою під час випадків ХТ взагалі не зафіксовано. Відповідно, 92 % днів характеризувалися умовами сильного (59 %) та екстремального теплового стресу (33 %).

Розраховані середні значення ФЕТ під час кожної з досліджуваних ХТ знаходяться в межах 37,1–42,2°С (сильний та екстремальний тепловий стрес) (табл. 1). Як і слід було очікувати, найбільш несприятливі умови для мешканців міста спостерігалися під час хвилі тепла липня–серпня 2010 р. – середнє значення ФЕТ становило 42,2°С, що відповідає екстремальному тепловому стресу.

Висновки. Отримані результати свідчать, що під час календарного літа більшість днів (від 70 до 86,8 % – в різні місяці) характеризується тепловим стресом різної інтенсивності, а середня повторюваність комфортної погоди варіюється лише від 10,6 до 20 %. Під час ХТ в Києві 92 % днів були з сильним та екстремальним тепловим стресом. Таким чином, влітку в Києві переважно спостерігаються погодні умови, що можуть призвести до перегріву організму та теплового стресу, що свідчить про необхідність врахування погодно-кліматичних чинників при плануванні рекреації і необхідність розробки плану адаптації міста до спеки. Туристам, обираючи час для відвідання міста, краще зупинитися на більш прохолодних періодах, або при відвідуванні міста влітку спланувати своє перебування таким чином, щоб мінімізувати негативний вплив спеки на організм.

Список використаних джерел:

1. Балабух В.О. Тенденції зміни частоти та інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних явищ на території Донецької області. [Електронний ресурс]. − Режим доступу: http://eco.com.ua/content/tendenciyi-zmini-chastoti-ta-intensivnostiekstremalnih-gidrometeorologichnih-yavishch-na. – назва з екрану.
2. Головне управління статистики у місті Києві [Електронний ресурс]. − Режим доступу: www.kiev.ukrstat.gov.ua/p.php3?c=538&lang=1. – назва з екрану.
3. Клімат Києва / [за ред. Осадчого В.І. , Косовця О.О., Бабіченко В.М..] – К.: Ніка-Центр, 2010. – 320 с.
4. Шевченко О.Г. Порівняльний аналіз біокліматичних індексів для оцінки комфортності урбанізованого середовища в теплий період / О.Г. Шевченко // Наук. збірник «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія». – Том 3(42). – 2016. – С. 105–115 .
5. Шевченко О. Г. Хвилі тепла та основні методологічні проблеми, що виникають при їх дослідженні / О.Г. Шевченко, С.І. Сніжко // Український гідрометеорологічний журнал, 2012. − № 10. – 57–63 с.
6. Шевченко О.Г. Особливості термічного режиму граничного шару атмосфери над Києвом / О.Г. Шевченко, Є.В. Самчук., С.І. Сніжко // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. – 2012. - № 3−4. – С.7−13.
7. Hoppe P. The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment / P. Hoppe // International Journal of Biometeorology. – May 1999. – V. 43. – P. 71–75.
8. Katerusha O. Thermal bioclimate and climate tourism analysis for Odessa, Black Sea / O. Katerusha, A. Matzarakis, // Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography. – 2015. – P.1–9.
9. Mayer H. Thermal comfort of man in different urban environments / H. Mayer, P. Hoppe, // Theoretical and Applied Climatology, 1987. – vol. 38, no. 1. – P. 43–49.
10. Rahmstorf S. Increase of extreme events in a warming world. / S. Rahmstorf, D. Coumou // PNAS, 2011. – Vol. 108 (44). – P. 125.

Список использованных источников:

1. Балабух В.А. Тенденции изменения частоты и интенсивности экстремальных гидрометеорологических явлений на территории Донецкой области. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://eco.com.ua/content/tendenciyi-zmini-chastoti-ta-intensivnostiekstremalnih-gidrometeorologichnih-yavishch-na. – название с экрана. [укр.]
2. Главное управление статистики в городе Киеве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.kiev.ukrstat.gov.ua/p.php3?c=538&lang=1. – название с экрана. [укр.]
3. Климат Киева / [под ред. Осадчего В.И. , Косовца А.А., Бабиченко В.М .] – К .: Ника-Центр, 2010. – 320 с. [укр.].
4. Шевченко О. Г. Сравнительный анализ биоклиматических индексов для оценки комфортности урбанизированной среды в теплый период / О.Г. Шевченко // Научн. сборник «Гидрология, гидрохимия и гидроэкология». – Том 3 (42). – 2016. – С. 105 –115. [укр.].
5. Шевченко О. Г. Волны тепла и основные методологические проблемы, возникающие при их исследовании / О.Г. Шевченко, С.И. Снежко // Украинский гидрометеорологический журнал, 2012. – № 10. – 57 –63 с. [укр.].
6. Шевченко О. Г. Особенности термического режима пограничного слоя атмосферы над Киевом / О.Г. Шевченко, Е.В. Самчук., С.И. Снежко // Человек и окружающая среда. Проблемы неоэкологии. – 2012. – № 3-4. – С.7 –13. [укр.].
7. Hoppe P. The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment / P. Hoppe // International Journal of Biometeorology. – May 1999. – V. 43. – P. 71–75.
8. Katerusha O. Thermal bioclimate and climate tourism analysis for Odessa, Black Sea / O. Katerusha, A. Matzarakis, // Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography. – 2015. – P.1–9.
9. Mayer H. Thermal comfort of man in different urban environments / H. Mayer, P. Hoppe, // Theoretical and Applied Climatology, 1987. – vol. 38, no. 1. – P. 43–49.
10. Rahmstorf S. Increase of extreme events in a warming world. / S. Rahmstorf, D. Coumou // PNAS, 2011. – Vol. 108 (44). – P. 125.

References

1. Balabukh V.O. Tendenciji zminy chastoty ta intensyvnosti ekstremaljnykh ghidrometeorologhichnykh javyshh na terytoriji Donecjkoji oblasti [Trends in the frequency and intensity of extreme meteorological phenomena in the Donetsk region]. Retrieved from http://eco.com.ua/content/tendenciyi-zmini-chastoti-ta-intensivnostiekstremalnih-gidrometeorologichnih-yavishch-na [in ukr.].
2. Holovne upravlinnya statystyky u misti Kyyevi [The Main Department of Statistics in Kiev]. Retrieved from www.kiev.ukrstat.gov.ua/p.php3?c=538&lang=1[in ukr.].
3. Klimat Kyyeva [Climate of Kyiv] / za red. Osadchoho V.I. , Kosovtsya O.O., Babichenko V.M.. – K.: Nika-Tsentr, 2010. – 320 p. [in ukr.].
4. Shevchenko O.H. Porivnyal'nyy analiz bioklimatychnykh indeksiv dlya otsinky komfortnosti urbanizovanoho seredovyshcha v teplyy period [Comparative analysis of bioclimatic indices for estimation of comfort in urban areas in warm period]. Nauk. zbirnyk «Hidrolohiya, hidrokhimiya i hidroekolohiya», 2016, Vol. 3(42), pp. 105–115. [in ukr.].
5. Shevchenko O. H., Snizhko S. I. Khvyli tepla ta osnovni metodolohichni problemy, shcho vynykayut' pry yikh doslidzhenni [The heat waves and main methodological problems, which appears during the research]. Ukrayins'kyy hidrometeorolohichnyy zhurnal, 2012, Vol. 10, pp. 57–63. [in ukr.].
6. Shevchenko O.H., Samchuk Ye.V., Snizhko S.I. Osoblyvosti termichnoho rezhymu hranychnoho sharu atmosfery nad Kyyevom [Characteristics of temperature conditions of atmospheric boundary layer in Kyiv city]. Lyudyna ta dovkillya. Problemy neoekolohiyi, 2012, Vol. 3−4, pp .7−13. [in ukr.].
7. Hoppe P. The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment / P. Hoppe // International Journal of Biometeorology. – May 1999. – V. 43. – P. 71–75.
8. Katerusha O. Thermal bioclimate and climate tourism analysis for Odessa, Black Sea / O. Katerusha, A. Matzarakis, // Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography. – 2015. – P.1–9.
9. Mayer H. Thermal comfort of man in different urban environments / H. Mayer, P. Hoppe, // Theoretical and Applied Climatology, 1987. – vol. 38, no. 1. – P. 43–49.
10. Rahmstorf S. Increase of extreme events in a warming world. / S. Rahmstorf, D. Coumou // PNAS, 2011. – Vol. 108 (44). – P. 125.