

ФІЗИЧНА ГЕОГРАФІЯ

УДК 551.584.5(477.82)

DOI: <https://doi.org/10.25128/2519-4577.23.1.3>

Валентина СТЕЛЬМАХ, Ірина НЕТРОБЧУК

**ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ «ОСТРОВУ ТЕПЛА» НАД МІСТОМ
НОВОВОЛИНСЬК ТА ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ МІКРОКЛІМАТИЧНИХ ЗМІН**

Статтю присвячено проблемі утворення та розвитку міського «острова тепла» у місті Нововолинськ. Досліджено кліматичні особливості міста Нововолинськ та проведено ряд вимірювань температурних показників та вологості у центрі міста Нововолинськ та на околицях міста у селі Стара Лішня для того, щоб експериментально визначити різницю температур між містом та передмістям, а також для виявлення ступеня впливу різних видів антропогенної діяльності. Насамкінець нами було розроблено ряд рекомендацій щодо оптимізації теплових аномалій у місті Нововолинськ.

Ключові слова: острів тепла, мікроклімат міста, теплові аномалії, теплове забруднення, температурні показники.

Постановка науково-практичної проблеми, актуальність і новизна дослідження. У сучасному світі майже половина населення планети проживає в містах. Людська діяльність та значна кількість автомобільного транспорту, які використовуються в містах, призводять до утворення додаткового тепла у великих населених пунктах. Заміна природних поверхонь, вкритих рослинністю, на асфальтові та бетонні призводить до зміни поглинання сонячної радіації, здатності акумулювати тепло та впливає на інтенсивність випаровування. Це, в свою чергу, призводить до значних відмінностей у мікрокліматі міста порівняно з приміськими територіями. Численні експериментальні дослідження та вимірювання показують, що приземна температура в містах зазвичай на 1-5°C вище, ніж у сільських місцевостях, і залежить від розміру міста. Місто на температурній карті виглядає як острів. Це явище називається «островом тепла» і є характерним для метеорологічних умов ХХ-ХХІ століть. Це явище може призвести до змін у міському кліматі та погоді. З огляду на прогнозований ріст урбанізації до 2030 року, коли понад 61% населення буде проживати в містах (і розміри міст зростатимуть), дослідження мікроклімату міста стає особливо актуальним питанням.

Незважаючи на значний прогрес у вивченні загальних питань міських «островів тепла», кожний населений пункт вимагає індивідуального підходу в дослідженні. Крім того, зміна погодних та кліматичних умов, нові ефекти глобального потепління та подальші темпи урбанізації призводять до того, що раніше отримані дані стають неактуальними і потребують уточнення та оновлення.

Метою даного дослідження було вивчення умов формування, наслідків утворення міського острова тепла у м. Нововолинськ.

Об'єктом дослідження є явище «остро-

вів тепла», що утворюються над містами, та, зокрема, містом Нововолинськ. **Предметом дослідження** є вивчення особливостей умов формування та поширення міського «острова тепла» у м. Нововолинськ.

Аналіз попередніх публікацій за темою і методика досліджень. Перші наукові дослідження теплового режиму міст були проведені ще в ХІХ столітті. Тоді було введено поняття «міського острова тепла» (Urban Heat Island, UHI), яке описує підвищену температуру повітря в центральній частині міста порівняно з периферією. Це поняття було вперше використане Льюїсом Говардом у 1818 році, який вивчав температурні феномени в Лондоні.

Активні наукові дослідження цього явища почалися у другій половині ХХ століття, разом із стрімким зростанням урбанізації. У 1950-1970 роках багато наукових груп у США та країнах Європи досліджували тепловий баланс міст, джерела, види та наслідки теплового забруднення, динаміку теплофізичних властивостей міської забудови та інші аспекти цього явища.

У 1970-1980 роках з'явилася серія узагальнюючих досліджень, які стали класичними у галузі. Ці праці включають роботи Е. Ландсберга [12], Т. Оке [13], Х. Тахі [16] та інших вчених. У дослідженнях цього часу вченими проаналізовано вплив антропогенних та природних чинників на формування міських «островів тепла». Зокрема детально вивчалися показники альbedo поверхонь міста, конвекція та турбулентність, вплив зелених насаджень та водних об'єктів на тепловий режим міст, різниця у використанні різних матеріалів та планувальних рішень.

Новим етапом у дослідженні міських «островів тепла» стало застосування дистанційних даних супутникових знімків. Перші спроби використання методів дистанційного

зондування Землі для оцінки мікроклімату були здійснені Рао П. К. у 1972 році [14]. З того часу було використано різноманітні супутникові дані для моніторингу температур на різних масштабах. Дослідження мікроклімату були проведені в різних країнах світу, наприклад Арнфілд А. Дж. у США [10], Ду Л., Чжоу Т. та Лі М. С. у Китаї [11]. Серед українських науковців температурні аномалії великого міста, острови тепла досліджували: О.Г. Шевченко, С. І. Сніжко [9], С. В. Іванова [1].

В США, Канаді та деяких європейських країнах функціонують спеціальні лабораторії та дослідницькі групи, які зосереджені на вивченні питань, пов'язаних з тепловим забрудненням та ефектом УНІ. Наприклад, Heat Island Group в Lawrence Berkeley Laboratory (Берклі, Каліфорнія), пілотний проект УНІ країн Центральної Європи (www.eu-uhi.eu) та ряд інших.

Українські науковці, такі як Л. Сакало, Л. Сmealов, В. Бабиченко та інші, також досліджували особливості теплового режиму міст. Під їх редакцією були видані монографії-довідники, такі як "Клімат Києва" (1980), "Клімат Одеси" (1986), "Клімат Харкова" (1983).

На сучасному етапі вивчення островів тепла українських міст займаються наступні науковці: Лялько В. І., Крилова Г. Б., Філіпович В. Є. [2] міста Києва, Маринін І.Л., Дранічер О.Р. [3] міста Одеси, Матвієнко М. О. [4] міста Харкова, Федонюк М. А., Прохоренко А. Ю., Федонюк В. В. [8], Нетробчук І.М. міста Луцька [5] та інші.

Викладення основного матеріалу. Міський острів тепла (Urban Heat Island (УНІ) – англ.) – температурна аномалія над центральною частиною міста, що характеризується підвищеною порівняно з периферією температурою повітря [8]. Зазвичай вночі різниця температур більша, ніж вдень, і це пояснюється тим, що багато будівель мають низький індекс альbedo, що не дозволяє їм швидко охолоджуватись. Такі конструкції впродовж дня нагріваються і зберігають тепло, що призводить до збільшення різниці температур між містом та його околицями. Найбільш виражені прояви різниці температур спостерігаються влітку та взимку.

Однією з основних причин формування міського острова тепла є те, що матеріали, якими вкрита поверхня міста, мають значення альbedo нижчі, ніж у природи (трав'яний газон або оголений ґрунт) [15]. Це призводить до поглинання більшої кількості короткохвильової сонячної радіації міськими поверхнями, що в свою чергу спричинює їх швидше нагрівання та

прогрів повітря над ними. Асфальтовані дороги та стіни будинків впродовж дня поглинають величезні обсяги сонячної енергії, а потім віддають це тепло назад навколишньому повітрю вночі. У містах природні процеси ще більше спотворюються через мале випаровування, оскільки в сільській місцевості сонячна енергія витрачається на випаровування роси, процес гутації у рослин тощо, а в містах вона безпосередньо поглинається будинками та асфальтом. Також у міських умовах евапотранспірація значно зменшується, тому що рослинний покрив незначний, а опади не затримуються на поверхні, що ускладнює створення запасів вологи в ґрунті та випаровування з нього [9]. Крім того, через забруднення повітряного басейну, ефектне випромінювання та нічне вихолодження на території міста знижуються.

Характеристики островів тепла можна визначити, порівнюючи тенденції зростання температури повітря в місті з загальною кліматичною тенденцією регіону. Якщо тенденція зростання температури в місті перевищує загальну кліматичну тенденцію, то це може свідчити про існування острова тепла в цьому місці.

Також для вивчення островів тепла можна використовувати супутникові дані про зміни випромінювання підстильної поверхні [4]. Для характеристики острова тепла використовують такі параметри, як форма острова тепла (ізотерми окреслюють певну урбанізовану територію, де температури вищі, ніж в передмісті), інтенсивність острова тепла в градусах (різниця температур між містом та прилеглими територіями) та характеристики поверхні міста (які значно впливають на нагрівання повітря в місті) [9].

Основною характеристикою міського острова тепла є його інтенсивність (ΔT_L). Цей показник визначається як різниця між максимальною температурою повітря в місті ($T_{U_{max}}$) та середньою температурою повітря за містом (T_L):

$$\Delta T_L = T_{U_{max}} - T_L$$

Нововолинськ розташований на південному заході Волинської області, яка розташована на північному заході України. Площа міста становить близько 17 км². Воно розташоване на відстані близько 15 км від кордону з Польщею і приблизно за 92 км від кордону з Білоруссю.

Клімат Нововолинська помірно-континентальний, з м'якою зимою та теплим літом. Впродовж року температура зазвичай коливається від -6°C до 24°C і рідко буває нижче -16°C або вище 30°C.

З метою виявлення прояву явища «ост-

рова тепла» у місті Нововолинськ було здійснено ряд інструментальних вимірювань температурних показників та відносної вологості повітря у центрі міста Нововолинськ (контрольна точка №1) та на околицях міста у селі Стара Лішня (контрольна точка №2) (рис. 1). Вимірювання проводили у листопаді (11.11-17.11) та

грудні (07.12-13.12) 2022 року. Усі виміри фіксували о 8, 14, 20 годині. В результаті проведених досліджень було експериментально визначено різницю температур між містом та передмістям, а також виявлено ступінь впливу різних видів антропогенної діяльності.

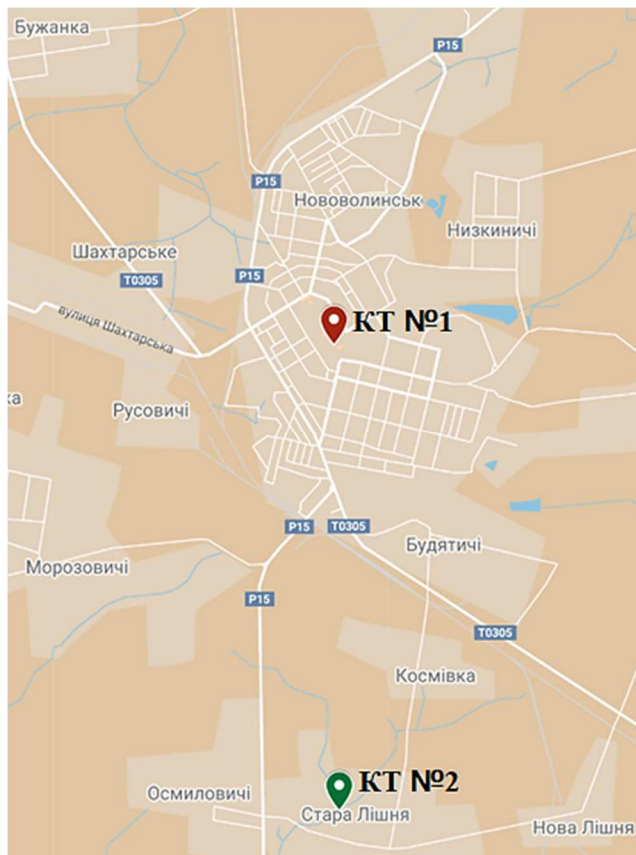


Рис. 1. Контрольні точки проведення інструментальних спостережень (за матеріалами відкритого порталу <https://www.google.com/maps>)

Перш за все, варто відзначити, що найкращі мікрокліматичні відмінності помітні в ясну та тиху погоду. Наприклад, спостерігаючи за хмарами, можна прийти до висновку, що відсутність хмар спричинює певне підвищення і різницю в показниках метеорологічних величин між містом та околицями. У разі похмурої погоди та мінливої хмарності розсіяна та частково пряма радіація призводить до того, що різні типи діяльної поверхні отримують майже однакову кількість тепла, що регулює термічний режим приземних шарів повітря та ґрунту [6]. Вимірювання проводили в різні дні з різними класами та типами погоди. Результати вимірювань подано в табл. 1, 2.

Таким чином, для встановлення відмінностей температурного режиму в межах міста Нововолинськ, було взято результати вимірювань температури та вологості повітря на двох контрольних точках спостереження – № 1 (знаходиться в центрі міста) і №2 (віддалена від

міста, розташована в селі на околиці міста) (див. табл. 1, 2).

Для обраних контрольних точок було прораховано різницю температур (Δt) окремо для 8 год. 14 год. і для 20 год. При дослідженні відмінностей температурного режиму було встановлено, що вищі температури в центрі міста, порівняно з околицями спостерігаються у ранкові години (у строк спостереження 8 год). Впродовж доби різниця температур між містом і селом найбільша в ранкові години у 9 випадках із 14 (див. табл. 1, 2). Це цілком закономірно, тому що максимальний розвиток острова тепла в добовому ході спостерігається в нічні та передранкові години.

При співставленні рядів температур, які отримані шляхом власних інструментальних спостережень за температурою повітря на обох контрольних точках, можна побачити, що найбільша повторюваність різниць (як додатних, так і від'ємних) припадає на діапазон 0,5–1,0°C

(42,8%) і рідше різниці сягають вище 1,0°C (23,8%) і нижче 0,4 (33,4%) (рис. 2, 3).

Найбільша повторюваність перевищень температури повітря в центрі міста порівняно із

околицею припадає на діапазон від 0,5 до 1,0°C – о 8 год вона становить 46,7 % випадків, о 14 год – 71,4 %, а о 20 год – 35 %.

Таблиця 1

Результати інструментальних вимірювань температури та вологості повітря на контрольних точках у листопаді 2022 року

Дата	Час	Температура повітря на висоті 200 см, °C			Температура повітря на висоті 5 см, °C			Відносна вологість повітря, %		
		КТ1	КТ2	Δt	КТ1	КТ2	Δt	КТ1	КТ2	Δf
11.11.2022	08.00	5,9	5,7	0,1	5,9	5,8	0,1	68	78	10
	14.00	11,9	10,7	1,2	11,7	10,8	0,9	65	68	3
	20.00	8,6	8,0	0,6	8,8	8,3	0,5	62	64	2
	Сер.	8,8	8,1	0,7	8,8	8,3	0,5	65	70	5
12.11.2022	08.00	8,8	8,7	0,1	8,6	8,3	0,3	68	70	2
	14.00	9,8	9,7	0,1	9,9	9,9	0	60	62	2
	20.00	8,4	8,3	0,1	8,6	8,5	0,1	64	69	5
	Сер.	9	8,9	0,1	9	8,9	0,1	64	67	3
13.11.2022	08.00	8,9	7,3	1,6	8,9	7,5	1,4	77	86	9
	14.00	8,9	8,1	0,8	9,0	8,2	0,8	66	61	5
	20.00	6,7	6,5	0,2	6,9	6,5	0,4	68	78	10
	Сер.	8,2	7,3	0,9	8,3	7,4	0,9	70	75	5
14.11.2022	08.00	7,5	6,7	0,8	7,5	6,5	1,0	66	78	12
	14.00	8,5	7,8	0,7	8,7	7,8	0,9	62	65	3
	20.00	5,3	4,7	0,6	5,5	4,9	0,6	59	66	7
	Сер.	7,1	6,4	0,7	7,2	6,4	0,8	62	70	8
15.11.2022	08.00	3,8	3,0	0,8	3,9	3,2	0,7	78	79	1
	14.00	5,1	4,6	0,5	5,3	4,8	0,5	74	82	8
	20.00	4,2	3,8	0,4	4,8	4,1	0,7	79	88	9
	Сер.	4,4	3,8	0,4	4,7	4,0	0,7	77	83	6
16.11.2022	08.00	4,4	3,4	1,0	4,5	3,2	1,3	71	80	9
	14.00	4,5	3,3	1,2	4,7	3,3	1,4	65	69	4
	20.00	3,9	3,0	0,9	4,0	2,9	1,1	75	77	2
	Сер.	4,3	3,2	1,1	4,4	3,1	1,2	70	75	5
17.11.2022	08.00	3,8	3,1	0,7	4,0	3,6	0,4	82	88	6
	14.00	3,0	2,5	0,5	3,1	2,4	0,7	77	85	8
	20.00	2,5	2,1	0,4	2,6	2,3	0,3	87	89	2
	Сер.	3,1	2,6	0,5	3,2	2,8	0,4	82	87	5

Тип погоди:

– ясно, тихо; – мінлива хмарність, тихо; – похмуро, вітер.

Таблиця 2

Результати інструментальних вимірювань температури та вологості повітря на контрольних точках у грудні 2022 року

Дата	Час	Температура повітря на висоті 200 см, °C			Температура повітря на висоті 5 см, °C			Відносна вологість повітря, %		
		КТ1	КТ2	Δt	КТ1	КТ2	Δt	КТ1	КТ2	Δf
07.12.2022	08.00	1,0	0,7	0,6	0,7	0,1	0,6	72	72	0
	14.00	2,0	1,7	0,3	1,7	1,4	0,3	80	89	9
	20.00	1,1	0,8	0,3	1,0	0,5	0,5	79	89	10
	Сер.	1,4	1,1	0,3	1,1	0,7	0,4	77	83	6
08.12.2022	08.00	0,3	0,0	0,3	0,3	-0,2	0,5	80	81	1

	14.00	4,5	3,7	0,8	3,8	3,5	0,3	42	71	29
	20.00	0,5	0,1	0,4	0,6	-0,1	0,5	77	80	3
	Сер.	1,8	1,3	0,5	1,6	1,1	0,5	66	77	11
09.12.2022	08.00	0,7	-0,5	1,2	1,0	-0,2	1,2	80	83	3
	14.00	1,1	0,2	0,9	1,3	0,3	1,0	76	80	4
	20.00	0,5	-0,6	1,1	0,0	-0,9	0,9	77	78	1
	Сер.	0,8	-0,3	1,1	0,8	-0,3	1,1	77	80	3
10.12.2022	08.00	0,7	-0,4	1,1	-0,9	-1,7	0,8	80	83	3
	14.00	1,0	0,2	0,8	1,0	-0,1	1,1	72	78	6
	20.00	0,9	-0,1	1	0,3	-0,5	0,8	81	82	1
	Сер.	0,8	-0,1	0,9	0,4	-0,8	1,2	77	81	4
11.12.2022	08.00	-2,7	-3,9	1,2	-2,4	-3,5	1,1	70	74	4
	14.00	-1,2	-1,4	0,2	-1,0	-1,4	0,4	73	75	2
	20.00	-1,7	-2,4	0,7	-1,2	-2,4	1,2	76	87	11
	Сер.	-1,9	-2,7	0,8	-1,5	-2,4	0,9	73	79	6
12.12.2022	08.00	-2,7	-4,9	2,2	-2,7	-5,0	2,3	68	70	2
	14.00	-1,8	-2,4	0,6	-1,9	-2,4	0,5	70	71	1
	20.00	-2,1	-3,5	1,4	-2,2	-3,1	0,9	73	73	0
	Сер.	-2,2	-3,6	1,4	-2,3	-3,5	1,2	70	71	1
13.12.2022	08.00	-3,6	-4,5	0,9	-3,4	-4,3	0,9	73	79	6
	14.00	-1,7	-1,8	0,1	-1,8	-1,8	0	66	77	11
	20.00	-1,9	-2,2	0,3	-1,5	-2,3	0,8	82	87	5
	Сер.	-2,4	-2,8	0,4	-2,2	-2,8	0,6	74	81	7

Тип погоди:

– ясно, тихо; – мінлива хмарність, тихо; – похмуро, вітер.

З проаналізованих графіків видно, що температура повітря безпосередньо у місті Нововолинськ є дещо вищою, ніж на певній відстані від міста у селі Стара Лішня. Проте більш вищою температура повітря у центрі міс-

та спостерігається на висоті 5 см від поверхні землі, оскільки тут більший вплив підстильної поверхні, адже повітря нагрівається від неї. А температура повітря на висоті 200 см піддається значно меншим коливанням.

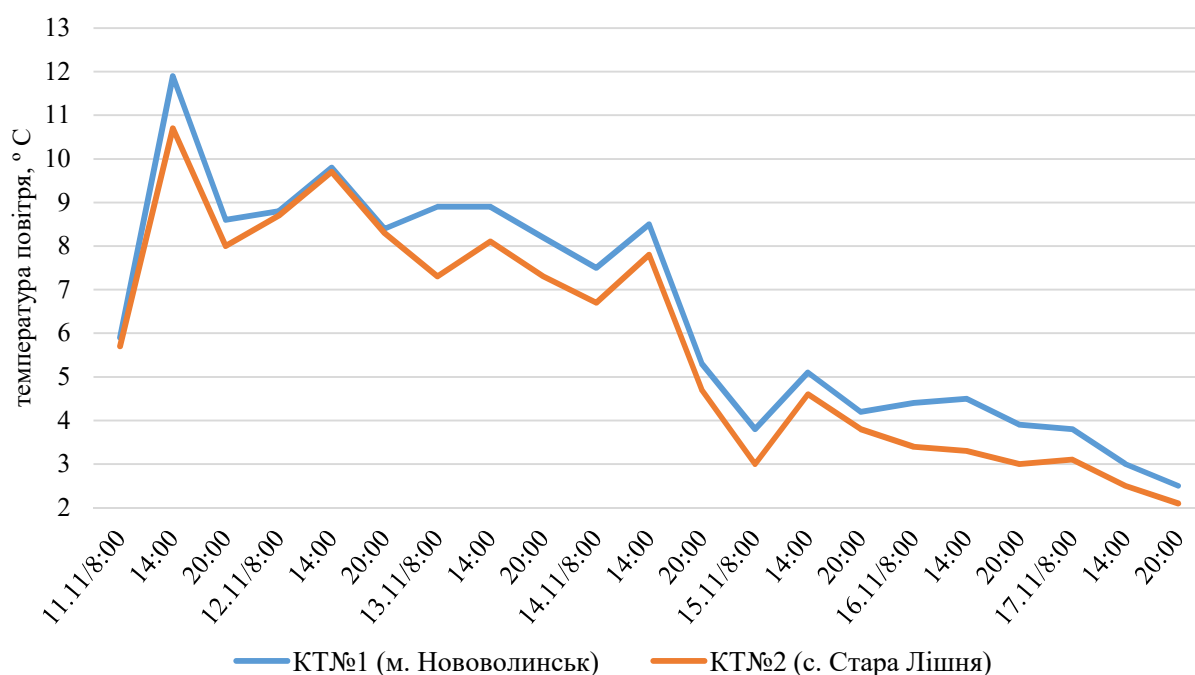


Рис. 2. Графік результатів вимірювання температури повітря (на висоті 200 см) на контрольних точках за період з 11.11.22 по 17.11.22

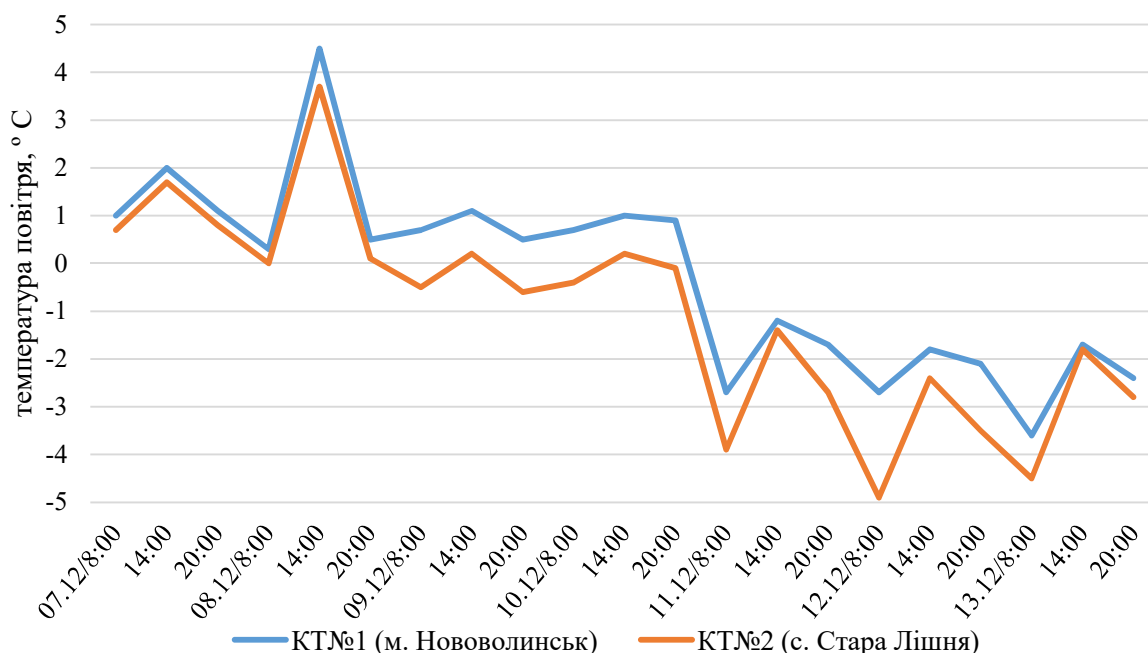


Рис. 3. Графік результатів вимірювання температури повітря (на висоті 200 см) на контрольних точках за період з 07.12.22 по 13.12.22

Свідченням наявності у місті Нововолинськ міського острова тепла є також аналіз показників відносної вологості повітря на контрольних точках. Зокрема, в результаті спостережень зафіксовано стабільне перевищення показника відносної вологості у сільській

місцевості над показниками у центрі міста (рис. 4, 5). З вищесказаного випливає, що температура повітря у місті фіксувалась вищою, ніж у сільській місцевості. Загальновідомо, що з підвищенням температури повітря зменшується відносна вологість та навпаки.

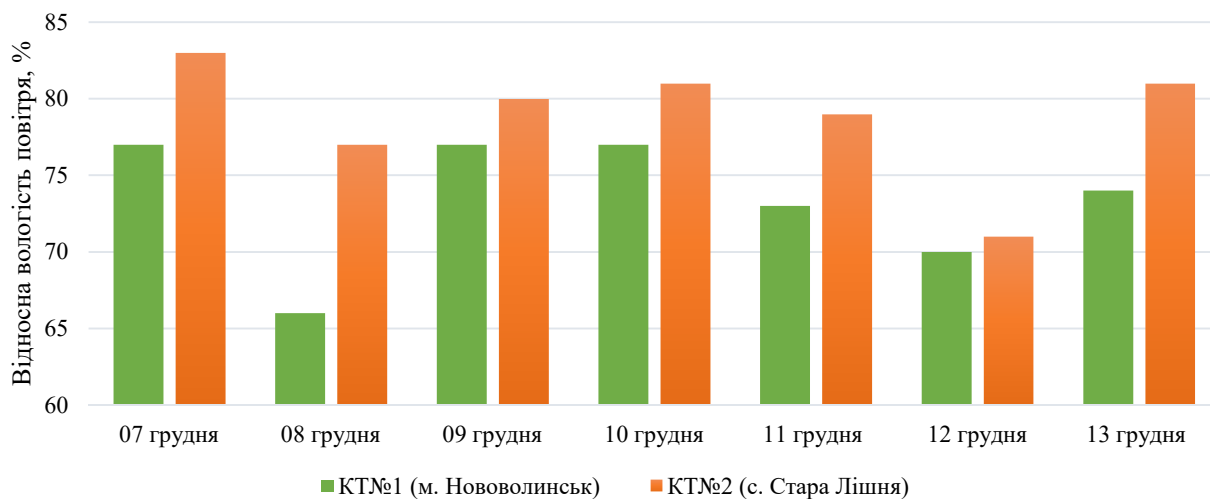


Рис. 4. Діаграма результатів вимірювання відносної вологості повітря (%) на контрольних точках за період з 07.12.22 по 13.12.22

Аналіз отриманих показників показує, що над центром міста Нововолинськ температура повітря є вищою на 0,1–1,6°C, ніж на околиці в сусідніх селах. Аналізуючи місця, де утворюються найбільші острови тепла у Нововолинську, можна чітко прослідкувати, що такими є промислові зони, райони крупних транспортних розв'язок і доріг з інтенсивним потоком автомобільного транспорту.

Разом із тим, варто зазначити, що в межах

самого міста Нововолинськ існують мікрокліматичні відмінності, що визначаються діяльною поверхнею та антропогенною діяльністю. Результати проведеного дослідження підтверджують значну неоднорідність кліматичних умов окремих районів міста, що відрізняє його клімат від оточуючих населених пунктів. Найбільш виразні мікрокліматичні відмінності спостерігаються в умовах ясної та малохмарної погоди взимку (рис. 6). Наприклад, в цент-

ральному районі Нововолинська та мікрорайонах Шахтарський можна очікувати підвищення температури повітря на 0,5-1,5°C порів-

няно з сільськими поселеннями на околицях міста, таким як Низкиничі, Русовичі, Будятичі, Тишковичі, Стара Лішня та Шахтарське.

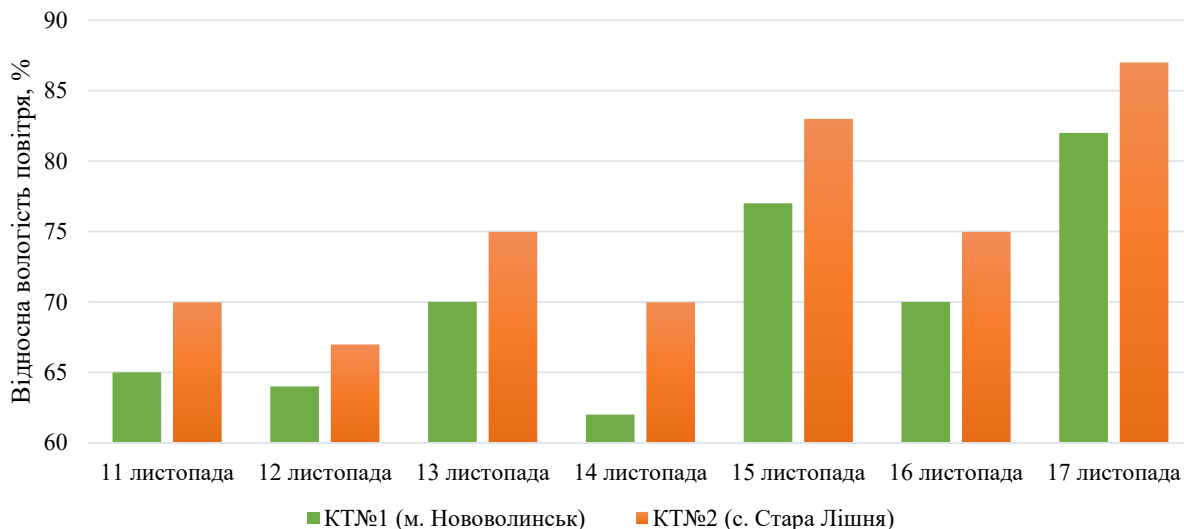


Рис. 5. Діаграма результатів вимірювання відносної вологості повітря (%) на контрольних точках за період з 11.11.22 по 17.11.22

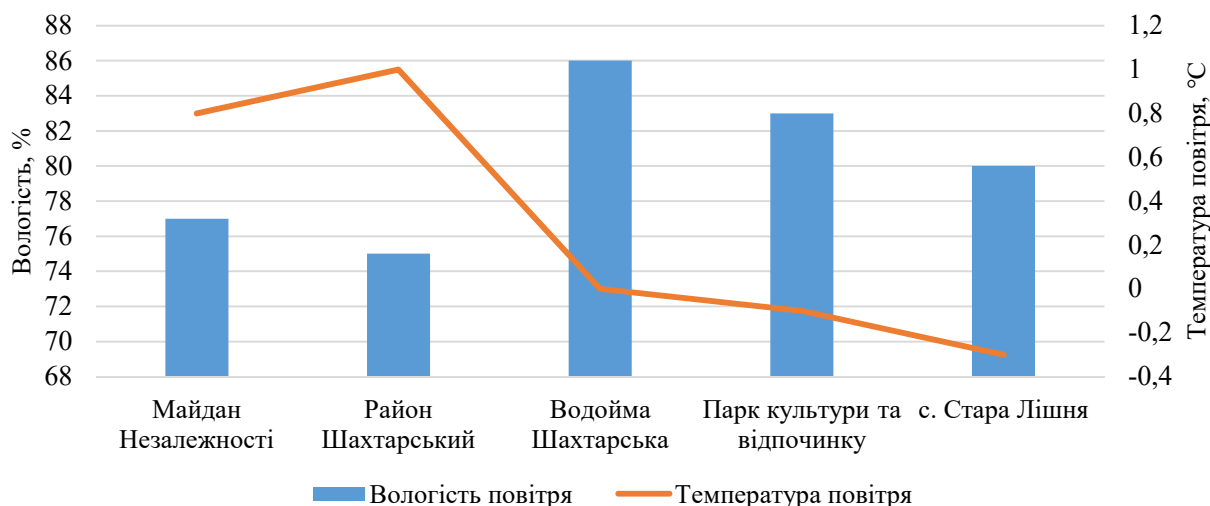


Рис. 6. Діаграма мікрокліматичних відмінностей у різних районах м. Нововолинськ за середньодобовими показниками відносної вологості повітря (%) та температури повітря (°C) за 09.12.2022

Також значення температури повітря поруч зі штучною водоймою Шахтарської дещо нижчі, ніж на вулицях та майданах міста. У даному районі міста спостерігається найнижча температура повітря, особливо зранку, коли є льодостав. Проте, під час відлиг тут стає тепліше, ніж у центральній частині міста.

У похмуру погоду вплив міста на температурний режим менший, але все ж таки може проявлятися і вдень, і ввечері. Навесні та восени температурний режим схожий на зимовий. Проте весною в центрі Нововолинська стає набагато тепліше, ніж в інших районах, завдяки очищенню вулиць від снігу. Улітку, при ясній погоді та мінливій хмарності, температура

повітря в центрі міста буде на 0,5-1,0 °C вище, ніж в інших районах.

У місті Нововолинськ зимою відносна вологість повітря є нижчою, ніж у передмісті та за містом. У разі похмурої погоди та сильного вітру, вологість однакова у всьому місті, крім околиць водойми Шахтарської. Максимальну відносну вологість варто очікувати у міському парку культури і відпочинку та в районі штучної водойми у місті.

За рік у Нововолинську переважають західні, північно-західні та південно-східні вітри з середньою швидкістю 3-5 м/с. Швидкість вітру у самому місті на 0,6-0,7 разів менша, ніж за його межами. У разі слабого вітру вранці,

вплив міста на температуру повітря майже вдвічі більший, ніж при вітрі зі швидкістю 3 м/с та більше.

Зелені насадження та інші рослини у містах мають значний вплив на місцеві мікрокліматичні умови. Вони створюють тінь та зволожують повітря, що сприяє комфортним умовам. Рослинність ускладнює тепло- та вологообмін в приземному шарі. Трав'яний покрив пропускає та поглинає деяку частину сонячної радіації, а іншу частину відбиває. За даними досліджень, кількість відбитої сонячної радіації у кілька разів більша на бетонних, асфальтованих та інших поверхнях міста, ніж на трав'яному покриві.

Найбільшою територією зелених насаджень у місті Нововолинськ є територія міського парку культури та відпочинку, який знаходиться в центрі міста. Невелика ділянка зелених насаджень знаходиться також на перехресті вулиць Соборна та Перемоги у Шахтарському мікрорайоні, а також на околицях штучної водойми Шахтарської.

Проведені вимірювання температури повітря на території міського парку культури та відпочинку показують, що на цій ділянці, як правило, температура повітря була нижчою на 1,2-2°C у порівнянні із показниками на майдані Незалежності, а показник відносної вологості завжди був вищим на 5-10%.

Встановлено, що роль водойм у місті полягає у підвищенні вологості повітря. Вода у водоймі змінює температурний режим середовища. Володіючи великою теплоємністю, вода нагрівається і охолоджується повільніше, ніж ділянки суші. Більш тривале збереження теплоти поблизу водойми пом'якшує різкі коливання температури повітря [6].

На території міста Нововолинськ розташована єдина водойма Шахтарська. Це штучна водойма продовгуватої форми, площею приблизно 2,5-3 га. З однієї сторони озеро межує з селом Низкиничі, з іншої – з районом Шахтарським міста [7].

Метеорологічні умови в період спостереження на узбережжі водойми показали наступне: вологість повітря була вищою ніж на майдані Незалежності на 8-15%, температура повітря дещо нижчою на 0,8-1,7°C, а також відчутно більшою була швидкість та сила вітру.

Впровадження оптимізаційних заходів є найважливішим пунктом у боротьбі з міськими островами тепла як у місті Нововолинськ, так і в усьому світі. Безумовно, говорячи про місто Нововолинськ, ми не бачимо такого чіткого прояву явища «міського острова тепла» як на прикладі великих мегаполісів, адже чим

більшою є урбанізована територія тим яскравіше проявляються відповідні процеси. Разом із тим, проведене нами дослідження на практиці довело наявність різниці температур між містом Нововолинськ та його околицями, наразі в середньому на 1-1,5 °C. Саме тому дуже актуальним і своєчасним буде застосування деяких методів боротьби з «міськими островами тепла» задля попередження збільшення інтенсивності прояву досліджуваного явища у майбутньому.

Оскільки на території Нововолинська розташований лише один великий парк (міський парк культури та відпочинку), а враховуючи масштаби міста та його забудованість, цих зелених насаджень недостатньо для забезпечення прийнятної стану навколишнього середовища, тому потрібно забезпечити тенденцію до активного збільшення кількості рослин. Цю ідею можна втілити, шляхом створення скверів та парків, збільшенням зелених насаджень на прибудинкових територіях тощо.

Ще одним методом оптимізації може бути створення «зелених дахів». Їх можна реалізувати шляхом створення насаджень на дахах, для прикладу, будинків що мають горизонтальні поверхні. Варто зазначити, що такий метод боротьби з «міським островом тепла» є досить дороговартісним. Проте реалізація такого проекту сприятиме не лише зниженню температури в місті, але й може стати «родзинкою» та туристичною атракцією Нововолинська, що сприятиме його популяризації та розвитку туристичної галузі. Окрім «зелених дахів» доцільно також розвивати вертикальне озеленення в місті.

Набагато менше дороговартісним та дуже простим з точки реалізації є метод боротьби з міськими «островами тепла», що полягає у збільшенні показника альbedo міста – «білі дахи». Адже міські поверхні в основному темних кольорів (асфальт, бруківка, черепиця, цегла тощо) поглинають велику кількість тепла, що збільшує випромінювання з цих поверхонь, призводить до постійно високих температур, через які погіршується як стан здоров'я мешканців, так і стан навколишнього середовища загалом. Завдяки перефарбуванню дахів будинків у білий колір можна помітно збільшити альbedo, що, у свою чергу, дозволить зменшити кількість надходження тепла й оптимізує загальну ситуацію в місті.

Окрім того, існує можливість розташування на дахах сонячних панелей, особливо актуально це є для приватних будинків. Запровадження кредитування та стимулювання щодо встановлення сонячних електростанцій

сприятиме популяризації цього методу серед населення, а згодом допоможе у зменшенні теплового забруднення міста. Таким чином, не лише зменшиться кількість поглинутої містом радіації, але й отримана енергія сприятиме створенню електричної.

Висновки і перспективи використання результатів дослідження. Таким чином, вперше було досліджено проблему міського «острова тепла» безпосередньо у місті Нововолинськ, що підтверджено результатами власних інструментальних вимірювань у центрі міста та на околиці. Дослідження показало, що найбільша повторюваність різниць температури повітря (як додатних, так і від'ємних) припадає на діапазон 0,5–1,0°C (42,8%) і рідше різниці сягають вище 1,0°C (23,8%) і нижче 0,4 (33,4%). Найбільша повторюваність перевищень температури повітря в центрі міста порівняно із околицею припадає на діапазон від 0,5 до 1,0°C

– о 14 год. Свідченням наявності у місті Нововолинськ міського острова тепла є також аналіз показників відносної вологості повітря у контрольних точках. Зокрема, в результаті спостережень зафіксовано стабільне перевищення показника відносної вологості у сільській місцевості над показниками у центрі міста. Аналіз отриманих показників показує, що над центром міста Нововолинськ температура повітря є вищою на 0,1–1,6°C, ніж на околиці в сусідніх селах.

Результати дослідження можуть бути використані Виробничим управлінням комунального господарства міста Нововолинськ, органами місцевої влади, а також громадськими екологічними організаціями. Окрім того, розроблені оптимізаційні заходи щодо боротьби з «островом тепла» мають прикладний характер та можуть зацікавити інвесторів.

Література:

1. Іванов С. В., Дранічер О. Р. Роль альbedo в формуванні міського острова тепла. *Вісник ОДЕКУ*. 2013. Вип. 15. С. 79–88.
2. Лялько В. І., Крилова Г. Б., Філіпович В. Є. Вивчення розподілу поверхневих температур в історичній частині м. Києва. *Світ ГЕОТЕХНИКИ*. 2016. № 2. С. 27–29
3. Маринін І.Л., Дранічер О.Р. Деякі оцінки характеристик острова тепла м. Одеса. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2013. № 12. С. 54–61.
4. Матвієнко М. О. Особливості міського острова тепла в Харкові. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2019. №3. С. 131–133.
5. Нетробчук, І., Вдовичук, І. Мікрокліматичні особливості міста Луцька. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки. Серія : Географічні науки*. 2017. № 9(358). С.15–22
6. Нетробчук І. М. Польова практика з метеорології та кліматології: методичні рекомендації для студентів географічного факультету. Луцьк, 2017. 105 с.
7. Стельмах В.Ю. Аналіз морфометричних та гідрометеорологічних показників штучної водойми м. Нововолинськ. *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації: матеріали Міжнар. наук. інтернет-конференції*, 31 жовтня 2022 р. : зб. наук. праць. Переяслав, 2022. Вип. 87. С.7–11.
8. Федонюк М. А., Прохоренко А. Ю., Федонюк В. В. Дослідження формування та просторового розподілу «острова тепла» над Луцьком. *Екологічні нотатки*. 2018. № 6. С.45–53.
9. Шевченко О.Г., Сніжко С.І., Самчук Є.В. Температурні аномалії великого міста. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2011. № 8. С. 21–29.
10. Arnfield A. J. Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. *International Journal of Climatology*. 2003. Vol. 23(1). P. 1–26
11. Du L., Zhou T., Li M. S., Gong D. Y. Urban heat island effects derived from dense Landsat thermal observations in Nanjing, China. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2011. Vol. 17. P. 42–48.
12. Landsberg, H.E. The Urban Climate. *Academic Press*, 28.08.1981. P. 275.
13. Oke T.R. The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly. Journal of the Royal Meteorological Society*. 108 (455). P. 1–24.
14. Rao P. K. Remote sensing of urban heat islands from an environmental satellite. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 1972. Vol. 53. P. 647–648.
15. Ritter, M. E. Urban Climate [веб-сайт] : An Introduction to Physical Geography Ritter. URL: http://www.uwsp.edu/geo/faculty/ritter/geog101/textbook/climate_systems/urban_climate.html (дата звернення: 19.03.2023)
16. Taha H. Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration and anthropogenic heat. *Energy and Buildings*. 25(1997). P. 99–103.

Referenes:

1. Ivanov S. V., Dranycher O. R. Rol albedo v formuvanni miskoho ostrova tepla. *Visnyk ODEKU*. 2013. Vyp. 15. S. 79–88.
2. Lialko V. I., Krylova H. B., Filipovych V. Ye. Vyvchennia rozpodilu poverkhnivykh temperatur v istorychnii chastyni m. Kyieva. *Svit HEOTEKHNIKY*. 2016. № 2. S. 27–29
3. Marynin I.L., Dranicher O.R. Deiaki otsinky kharakterystyk ostrova tepla m. Odesa. *Ukrainskyi hidrometeorolohichnyi zhurnal*. 2013. № 12. S. 54–61.
4. Matviienko M. O. Osoblyvosti miskoho ostrova tepla v Kharkovi. *Hidrolohiia, hidrokhiimiia i hidroekolohiia*. 2019. №3. S. 131–133.
5. Netrobchuk, I., Vdovychuk, I. Mikroklimatychni osoblyvosti mista Lutska. *Naukovyi visnyk Skhidnoievropeiskoho natsionalnogo universytetu im. Lesi Ukrainky. Serii : Heohrafichni nauky*. 2017. № 9(358). S.15–22.
6. Netrobchuk I. M. Polova praktyka z meteorolohii ta klimatolohii: metodychni rekomendatsii dlia studentiv heohrafichnoho fakultetu. Lutsk, 2017. 105 s.
7. Stelmakh V. Yu. Analiz morfometrychnykh ta hidrometeorolohichnykh pokaznykiv shtuchnoi vodoimy m. Novovolynsk.

- Tendentsii ta perspektyvy rozvytku nauky i osvity v umovakh hlobalizatsii: materialy Mizhnar. nauk. internet-konferentsii, 31 zhovtnia 2022 r. : zb. nauk. prats. Pereiaslav, 2022. Vyp. 87. S.7-11.
8. Fedoniuk M. A., Prokhorenko A. Yu., Fedoniuk V. V. Doslidzhennia formuvannia ta prostorovoho rozpodilu «ostrova tepla» nad Lutskom. *Ekologichni notatky*. 2018. № 6. S.45-53.
 9. Shevchenko O.H., Snizhko S.I., Samchuk Ye.V. Temperaturni anomalii velykoho mista. *Ukrainskyi hidrometeorologichnyi zhurnal*. 2011. № 8. S. 21–29.
 10. Arnfield A. J. Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. *International Journal of Climatology*. 2003. Vol. 23(1). P. 1–26
 11. Du L., Zhou T., Li M. S., Gong D. Y. Urban heat island effects derived from dense Landsat thermal observations in Nanjing, China. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2011. Vol. 17. P. 42-48.
 12. Landsberg, H.E. The Urban Climate. *Academic Press*, 28.08.1981. P. 275.
 13. Oke T.R. The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly. Journal of the Royal Meteorological Society*. 108 (455). P. 1-24.
 14. Rao P. K. Remote sensing of urban heat islands from an environmental satellite. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 1972. Vol. 53. P. 647–648.
 15. Ritter, M. E. Urban Climate [веб-сайт] : An Introduction to Physical Geography Ritter. URL: http://www.uwsp.edu/geo/faculty/ritter/geog101/textbook/climate_systems/urban_climate.html (дата звернення: 19.03.2023)
 16. Taha H. Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration and anthropogenic heat. *Energy and Buildings*. 25(1997). P. 99-103.

Abstract:***Iryna NETROBCHUK, Valentyna STELMAKH.* FEATURES OF THE “HEAT ISLAND” FORMATION OVER THE CITY OF NOVOLYNSK AND WAYS OF OPTIMIZING MICROCLIMATE CHANGES**

The article is devoted to the problem of the formation and development of the urban “heat island” in the city of Novovolynsk. Human economic activity, the presence of a significant number of motor vehicles, asphalt and concrete surfaces, etc. cause significant differences between the microclimate of the city and the suburban area. Numerous experimental studies and measurements show that the surface temperature in cities is higher than in rural areas by 1-5°C.

Therefore, the purpose of this study was to study the conditions of formation, the consequences of the formation of an urban heat island in the city of Novovolynsk and the development of measures to optimize microclimatic changes in the city.

First of all, we analyzed literary sources and modern scientific publications and studied the theoretical foundations of the study of urban heat islands and methods of their evaluation. The climatic features of the city of Novovolynsk were studied and a number of measurements of temperature and humidity were carried out in the center of the city of Novovolynsk and on the outskirts of the city in the village of Stara Lishnya. These studies were carried out in order to experimentally determine the temperature difference between the city and the suburbs, as well as to identify the degree of influence of various types of anthropogenic activity.

In the autumn and winter of 2022, we carried out a number of instrumental measurements of temperature and humidity in the center of the city of Novovolynsk (control point #1) and on the outskirts of the city in the village of Stara Lishnya (control point #2). The study showed that the highest repeatability of air temperature differences (both positive and negative) falls in the range of 0.5-1.0°C (42.8%) and less often the differences reach above 1.0°C (23, 8%) and below 0.4 (33.4%). The highest repeatability of air temperature excesses in the city center compared to the surrounding area is in the range from 0.5 to 1.0°C – at 2 p.m. o'clock. Evidence of the presence of an urban heat island in the city of Novovolynsk is also an analysis of air humidity indicators at control points. In particular, as a result of observations, a stable exaggeration of the relative humidity index in rural areas over indicators in the city center was recorded. Analysis of the obtained indicators shows that the air temperature above the center of the city of Novovolynsk is higher by 0.1–1.6°C than on the outskirts in neighboring villages.

Finally, we developed a number of recommendations for optimizing thermal anomalies in the city of Novovolynsk. At the moment, several methods have been developed to solve the problem of thermal anomaly within urban urban areas, which can be summarized in the following steps: the use of “white roofs”, “green roofs”, planting more trees in the city, increasing the number of different squares and parks in the city, reducing the number of harmful emissions, thermal insulation of premises and buildings, use of solar panels etc.

Key words: *heat island, microclimate of the city, thermal anomalies, thermal pollution, temperature indicators, “green roofs”, “white roofs”.*

Надійшла 10.04.2023р.