УДК 504.064:551.524 https://doi.org/10.33271/crpnmu/65.207

© А.В. Муліна[1], А.В. Павличенко[1]
[1] Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТУ НА ТЕПЛОВИЙ РЕЖИМ ТЕРИТОРІЙ ПРИЛЕГЛИХ ДО АВТОМОБІЛЬНИХ ШЛЯХІВ

© A. Mulina[1], A. Pavlychenko[1]
[1] Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

STUDY OF THE MOTOR TRANSPORT INFLUENCE ON THE THERMAL REGIME OF THE TERRITORIES ADJACENT TO HIGHWAYS

Мета. Дослідження температури поверхонь автошляхів міста Дніпро залежно від типу покриття, особливостей забудови території, рельєфу місцевості та погодних умов з подальшою розробкою природоохоронних рекомендацій.

Результати досліджень. Проведено оцінювання температурних режимів полотна автомобільної дороги, тротуарів, а також прилеглих до автомагістралей міста Дніпро територій. Заміри температурних режимів поверхонь на різних ділянках автомагістралей проводилися тричі на день: вранці з 8.00 до 9.00, вдень з 13.00 до 14.00 та ввечері з 18.00 до 19.00. Встановлено, що на досліджуваних територіях коливання різниці температур вранці становить: ділянка №1 від 7,7°С до 13,4°С, ділянка №2 від 13,2°С до 21,1°С, ділянка №3 від 8,3 до 16,5°С. Температура поверхні асфальтного покриття вдень змінюється на ділянці №1 від 22,9°С до 40,5°С, ділянці №2 від 19,6°С до 28,3°С, ділянці №3 від 27,3°С до 37,3°С. Встановлено, що при збільшенні температури повітря на 3°С (з 29°С до 32°С) поверхня асфальтного покриття на відкритому просторі нагрівається до 68,5°С. Температура поверхні асфальтного покриття у вечірній час відрізняється на ділянці №1 від 0°С до 8°С, ділянці №2 від 3,5°С до 4,3°С, ділянці №3 від 3,1°С до 14,5°С. При температурі повітря у вечірній час 28-30°С максимальна температура поверхні асфальтного покриття на відкритому просторі досягає 54,2°С.

Наукова новизна. Встановлено закономірності зміни температурного режиму полотна автомобільної дороги, тротуарів, а також газонів залежно від особливостей забудови та озеленення прилеглих до автомагістралей території.

Практичне значення. Результати дослідження підтвердили тісний взаємозв'язок між температурним режимом та характером забудови ділянки, наявності великих площ відкритого простору, а також інтенсивністю руху автомобілів по перехрестю. Результати роботи можуть бути використані для удосконалення методів управління тепловим режимом територій, що знаходяться в зоні впливу автомагістралей.

Ключові слова: *автомобільний транспорт, автомагістраль, екологічна небезпека, теплове забруднення, екологічний стан міста, озеленення.*

Вступ. Температурний режим полотна автомобільної дороги, тротуарів, а також прилеглих територій значно впливає на екологічну ситуацію міста. Накопичення тепла у полотні автомобільної дороги, асфальтного та бетонного покриття тротуарів призводить до накопичення тепла у містах та формування «теплового острову» міста, особливо поблизу автомобільних магістралей. У літній період спостерігається значний вплив зовнішніх факторів, основним з яких є ви-

сока температура, пряме сонячне випромінювання, яке провокує нагрівання вертикальних поверхонь та накопичення тепла [1-3].

Місто – є зоною активного перетворення людиною діяльної поверхні, яка є одним з кліматоутворюючих факторів, разом з сонячною радіацією та атмосферною циркуляцією.

Штучні поверхні: асфальт, бетон, скло витісняють природні зелені зони [4]. У місті підстилаюча поверхня, яка є вагомим чинником кліматоутворення, дуже неоднорідна. Її прийнято ділити на ряд шарів – підповерхонь [5]: 1) рівень вулиць, площ, доріг, газонів та водойм, 2) рівень верхньої частини крон дерев та дахів невисокої, 1-3 поверхової забудови (зелені зони міста, окраїнні квартали приватної забудови, дачні масиви), 3) рівень дахів багатоповерхової забудови. Інтенсивний розвиток автотранспортних потоків, особливо у великих містах, призвів до того, що найбільш забруднені території перемістилися з промислових зон у місця компактного проживання населення [6-9]. У містах значні площі займають заасфальтовані та забетоновані дороги, тротуари, території біля торгівельних центрів, дитячі площадки, рекреаційні території. Більшість штучних поверхонь – це бетон, камінь, асфальт, пластик, які вдень активно поглинають та накопичують тепло, а від них додатково нагрівається і приземний шар повітря [4, 5, 10].

Теплове забруднення безпосередньо провокує збільшення хімічного забруднення. Після підвищення температури повітря вище +22,5°С, ймовірність виникнення смогу зростає майже на 2% на кожен додатковий градус. Крім того, більша температура повітря в містах потребує генерації додаткової електроенергії, що, своєю чергою, також провокує більше забруднення атмосфери [9, 11]. Ситуацію ще більше погіршує недостатня кількість дерев та зелених газонів. Створюючи затінок, дерева запобігають нагріванню асфальту, а випаровуючи вологу, вони охолоджують себе та повітря навколо. Густі зелені газони утримують забруднюючі речовини, перешкоджають перегріву прилеглих до дороги та тротуарів територій [12].

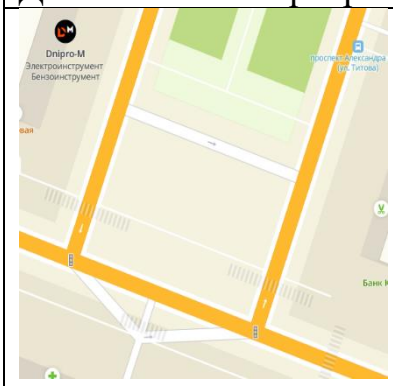
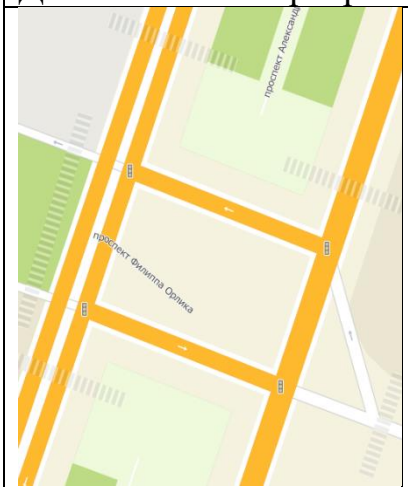
Тому метою роботи є дослідження температурних показників поверхонь автошляхів міста Дніпро з урахуванням особливостей забудови прилеглих до доріг території, рельєфу місцевості та погодних умов для подальшої розробки природоохоронних рекомендацій.

Основні результати. У ході роботи було зроблено ряд вимірювань температурних показників поверхонь дорожнього покриття, бетонних і асфальтних тротуарів, що прилягають до автомагістралей, газонів. Вимірювання здійснювалося на ділянках, що розташовані на відкритому просторі, який піддається дії прямого сонячного світла та затінених ділянках. Для дослідження обрана автомагістраль, розташована на проспекті О. Поля, який має 7 перехресть зі жвавим рухом легкових автомобілів, вантажного та пасажирського транспорту. Для досліджень обрано три основні ділянки, які різняться за своїми характеристиками. Характеристики досліджуваних перехресть на проспекті О. Поля представлені у табл. 1.

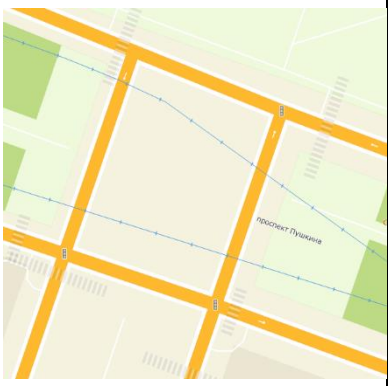
Польові дослідження проходили у літній період 2020 р., заміри проводилися на п’яти точках кожного перехрестя проспекту О. Поля в м. Дніпро. Заміри проводилися тричі на день: ранок з 8.00 до 9.00, вдень – 13.00 до 14.00 та ввечері з 18.00 до 19.00. При дослідженні враховувались метеорологічні умови: температура повітря, освітленість. Вимірювання температури поверхонь здійснювалось пірометром Voltcraft IR 900-30S, виробництва Німеччини.

Таблиця 1

Характеристика перехресть проспекту О.Поля, м. Дніпро

Схема перехрестя	Особливості перехрестя
Ділянка №1 – Перехрестя проспекту О. Поля – вул. Тітова	
	Перехрестя частково відкрите, в основному автомобільна дорога припадає під відкритий простір, де сонце протягом дня нагріває поверхню дороги та прилеглі території. Перехрестя має значне озеленення, що складається з газонів без поливу та великої кількості дерев, з розвиненою кроною. Тротуари мають змішане покриття – асфальтне та бетонне. Автомобільна дорога в три смуги має розділення посередині проспекту з озелененням в напрямку пр. О. Поля, та у дві смуги в напрямках вул. Тітова. Перехрестя кероване світлофорами, є можливість розвороту авто без виїзду на перехрестя. Перехрестя має щільну забудову п’ятиповерхівками, які в більшості формують тінь протягом дня. На перехресті у годину пік часто виникають тягнучки, особливо в напрямку вул. Тітова напрямок вул. Робочої. Пропускна здатність перехрестя до 75%, середня швидкість руху 5-45 км/год. Завантаження перехрестя за рахунок відстою маршрутних таксі та тролейбусів.
Ділянка №2 – Перехрестя пр-ту О. Поля та П. Орлика	
	Перехрестя відкрите, більшість території припадає під відкритий простір, де сонце протягом дня нагріває поверхню дороги та прилеглі території. Перехрестя має незначне озеленення, що складається з газонів без поливу та невеликої кількості дерев, більшість з яких має пошкодження крони. Тротуари мають асфальтне покриття. Автомобільна дорога в три смуги в напрямку пр. О. Поля має розділення посередині проспекту з озелененням, та у дві смуги в напрямках пр. П. Орлика, перехрестя кероване світлофорами; має забудову п’ятиповерхівками. На перехресті у годину пік часто виникають тягнучки, аналіз завантаженості у годину пік показав, що пропускна здатність становить до 40% середня швидкість руху 10-25 км/год.

Продовження таблиці 1

Схема перехрестя	Особливості перехрестя
Ділянка №3 – Перехрестя пр-ту О.Поля – пр.-ту Пушкіна	
	Перехрестя відкрите, більшість території є відкритим простором, де сонце протягом дня нагріває поверхню дороги та прилеглі території. Тротуари великі, вкриті бетонною плиткою, частина тротуарів певну частину дня знаходиться в глибокому затінку від крони дерев або тіні забудов. Перехрестя має нерівномірне озеленення, в р-ні Скверу Героїв щільні газони, які вночі мають полив, засаджені світлостійкою газонною травою, є значна кількість дерев з розвиненою кроною. Автомобільна дорога в три смуги в напрямку пр.-ту О. Поля має розділення посередині проспекту з озелененням, та у три смуги в напрямках пр.-ту Пушкіна, перехрестя кероване світлофорами; має щільну забудову п'яти- та дев'ятиповерхівками, з боку паркова зона, яка містить значну частину тротуару, оздоблену бетонною плиткою. На перехресті у годину пік часто можуть виникати невеличкі тягнучки, але розвантаження перехрестя відбувається за рахунок прилеглих перехресть. Спостерігається скупчення транспорту для перевезення пасажирів, аналіз завантаженості у годину пік показав, що пропускна здатність до 75%, середня швидкість руху 5-45 км за годину у зв'язку з простоями автомобілів на світлофорах.

Результати дослідження температурних показників поверхонь асфальтного покриття, тротуарів, газонного покриття з 8.00 – 9.00 (ранок) представлено у табл. 2.

При аналізі результатів температури поверхні асфальтного покриття виявлено, що коливання різниці температур становить: ділянка №1 від 7,7°С до 13,4°С, ділянка №2 від 13,2°С до 21,1°С, ділянка №3 від 8,3 до 16,5°С. На різницю температур впливає забудова ділянки, наявність більшої площі відкритого простору, інтенсивність руху автомобілів по перехрестю.

При аналізі результатів температури поверхні тротуарів, прилеглих до автошляхів вранці виявлено, що коливання різниці температур становить: ділянка №1 від 5,5°С до 14,2°С, ділянка №2 від 6,5°С до 20,5°С, ділянка №3 від 13,0°С до 21,6°С. На різницю температур впливає забудова ділянки, від тротуарного покриття – асфальт або бетон. Асфальтне покриття нагрівається повільніше.

Таблиця 2

Заміри температури поверхонь асфальтного покриття, тротуарів, газонного покриття 8.00 – 9.00 (ранок)

Досліджувана ділянка	Дата	Температура поверхні, °С		Різниця, °С
		Відкритий простір	Затінений простір	
	температура, °С	мін.-макс. середня	мін.-макс. середня	
вул. Титова, ділянка №1	Асфальт			
	17.07.2020 18	22,2-30,7 24,9	13,2-22,8 17,2	7,7
	20.07.2020 22	25,5-34,1 31,2	18,4-22,1 20,0	11,1
	21.07.2020 20	26,1-40,4 34,4	18,7-24,2 21,0	13,4
	Тротуар			
	17.07.2020 18	16,9-23,7 19,6	11,9-16,6 14,1	5,5
	20.07.2020 22	31,9-37,2 35,0	18,5-25,1 20,9	14,2
	21.07.2020 20	22,4-35,0 27,9	16,9-25,1 20,7	7,1
	Газон			
	17.07.2020 18	13,4-15,6 14,3	9,6-10,8 10,2	4,1
	20.07.2020 22	22,5-33,1 25,1	15,1-19,2 16,2	8,9
	21.07.2020 20	18,3-21,8 20,7	14,8-17,8 16,2	4,5
пр. П. Орлика, ділянка№2	Асфальт			
	17.07.2020 18	27,2-29,7 29,0	14,6-15,9 15,5	13,5
	20.07.2020 22	32,0-39,1 35,8	12,8-16,4 14,7	21,1
	21.07.2020 20	25,4-31,4 29,2	14,0-19,6 15,9	13,2
	Тротуар			
	17.07.2020 18	20,1-30,8 26,6	16,7-22,6 20,0	6,5
	20.07.2020 22	31,7-43,5 38,2	13,4-22,7 17,7	20,5
	21.07.2020 20	30,1-36,2 32,2	14,2-16,6 15,3	16,9
	Газон			
	17.07.2020 18	18,6-28,3 22,6	10,2-13,6 11,9	10,7
	20.07.2020 22	18,1-32,2 26,2	10,3-14,5 12,9	13,3
	21.07.2020 20	17,5-25,7 20,8	9,4-16,5 12,5	8,3

Продовження таблиці 2

Досліджувана ділянка	Дата	Температура поверхні, °С		Різниця, °С
		Відкритий простір	Затінений простір	
	температура, °С	мін.-макс. середня	мін.-макс. середня	
пр. Пушкіна, ділянка №3	Асфальт			
	17.07.2020	33,7-39,1	17,1-23,8	16,5
	18	36,3	19,8	
	20.07.2020	36,8-42,5	17,4-20,5	21,5
	22	40,7	19,1	
	21.07.2020	18,3-33,8	13,6-23,1	8,3
	20	28,3	20,0	
	Тротуар			
	17.07.2020	30,7-34,6	16,7-22,2	13,1
	18	32,7	19,6	
	20.07.2020	30,1-46,9	11,2-22,3	21,6
	22	38,1	16,5	
	21.07.2020	21,5-34,1	13,1-24,7	13,0
	20	29,6	16,6	
	Газон			
	17.07.2020	18,0-29,2	12,7-17,4	8,2
	18	23,1	14,8	
	20.07.2020	19,5-25,5	8,5-14,9	11,1
	22	23,4	12,3	
	21.07.2020	14,1-23,5	7,6-15,6	7,3
	20	19,6	12,2	

При аналізі результатів температури поверхні трав'яного покриття (газонів), прилеглих до автошляхів вранці виявлено, що коливання різниці температур становить: ділянка №1 від 4,1°С до 8,9°С, ділянка №2 від 8,3°С до 13,3°С, ділянка №3 від 7,3°С до 11,1°С. На різницю температур впливає забудова ділянки, від трави на газоні – газонна трава або самозасів, наявність кущів або дерев, які створюють щільний затінок, можливість поливу у нічний час. Більш щільний газон тримає низькі температурні показники, має гарні світловідбиваючі якості.

Результати дослідження температурних показників денних замірів температури внесено до табл. 3.

При аналізі результатів температури поверхні асфальтного покриття вдень виявлено, що коливання різниці температур становить: ділянка №1 від 22,9°С до 40,5°С, ділянка №2 від 19,6°С до 28,3°С, ділянка №3 від 27,3°С до 37,3°С. При збільшенні температури повітря на 3°С (з 29°С до 32°С) поверхня асфальтного покриття на відкритому просторі нагрівається до 68,5°С.

При аналізі результатів денної температури поверхні тротуарів виявлено, що коливання різниці температур становить: ділянка №1 від 17,6°С до 21,6°С, ділянка №2 від 2,5°С до 9,6°С, ділянка №3 від 20,2°С до 29,9°С. При збільшенні температури повітря на 3°С (32°С) поверхня тротуарів на відкритому просторі нагрівається в залежності від типу покриття тротуарів: до 71,1°С (асфальтований тротуар), до 64,7°С – бетонна тротуарна плитка.

Таблиця 3

Заміри температури поверхонь асфальтного покриття, тротуарів, газонного покриття 13.00-14-00 (день)

Досліджувана ділянка	Дата	Температура поверхні, °С		Різниця
		Відкритий простір	Затінений простір	
	температура, °С	мін.-макс. середня	мін.-макс. середня	
вул. Титова, ділянка №3	Асфальт			
	17.07.2020 29	43,7-51,7 47,0	22,9-25,7 24,1	22,9
	20.07.2020 29	54,4-67,2 62,3	20,1-34,3 26,9	35,4
	21.07.2020 32	61,6-72,6 66,2	20,3-31,2 25,6	40,5
	Тротуар			
	17.07.2020 29	33,7-49,4 42,0	22,2-30,9 24,9	17,1
	20.07.2020 29	46,4-63,2 52,0	20,6-43,7 29,8	22,2
	21.07.2020 32	19,9-73,0 52,9	25,5-38,0 31,3	21,6
	Газон			
	17.07.2020 29	22,5-23,9 23,1	18,2-21,2 19,6	3,5
	20.07.2020 29	26,3-38,4 32,0	18,8-28,1 23,4	8,6
	21.07.2020 32	27,5-40,1 33,0	19,5-25,7 22,4	10,6
пр. П. Орлика, ділянка№2	Асфальт			
	17.07.2020 29	52,7-56,6 55,4	34,6-36,1 35,5	19,9
	20.07.2020 29	52,8-72,2 65,4	25,2-43,7 38,2	27,2
	21.07.2020 32	62,4-68,9 66,9	28,5-54,5 38,6	28,3
	Тротуар			
	17.07.2020 29	39,6-60,1 53,3	26,4-39,2 30,6	22,7
	20.07.2020 29	49,0-69,9 63,4	26,7-43,7 34,0	29,4
	21.07.2020 32	66,1-77,4 71,1	23,5-71,0 46,6	24,5
	Газон			
	17.07.2020 29	20,4-26,4 23,3	18,4-23,8 20,8	2,5
	20.07.2020 29	25,5-34,5 31,1	13,5-25,1 21,4	9,6
	21.07.2020 32	26,4-32,2 28,5	17,7-26,7 21,6	6,9

Продовження таблиці 3

Досліджувана ділянка	Дата	Температура поверхні, °С		Різниця
		Відкритий простір	Затінений простір	
	температура, °С	мін.-макс. середня	мін.-макс. середня	
пр. Пушкіна, ділянка №1	Асфальт			
	17.07.2020	60,5-66,1	23,4-40,1	28,3
	29	63,2	34,9	
	20.07.2020	60,6-67,3	19,5-38,8	37,3
	29	65,1	27,8	
	21.07.2020	67,1-69,8	28,5-45,5	27,3
	32	68,5	41,2	
	Тротуар			
	17.07.2020	39,4-67,3	22,9-37,1	27,6
	29	57,2	29,6	
	20.07.2020	52,5-68,2	19,5-59,7	20,2
	29	62,6	42,4	
	21.07.2020	56,8-69,6	26,9-46,4	29,9
	32	64,7	34,8	
	Газон			
	17.07.2020	25,4-39,5	13,2-22,5	9,1
	29	29,0	19,9	
	20.07.2020	22,5-40,1	10,2-22,3	15,9
	29	29,4	13,4	
	21.07.2020	20,2-31,6	13,6-20,2	9,5
	32	27,5	18,0	

При аналізі результатів температури поверхні трав'яного покриття в вдень виявлено, що коливання різниці температур становить: ділянка №1 від 3,5°С до 10,6°С, ділянка №2 від 2,5°С до 6,9°С, ділянка №3 від 9,1°С до 15,9°С. При збільшенні температури повітря на 3°С (32°С) поверхня газонів нагрівається до 34,5°С при низькій щільності засівання газону, до 29,4°С – газонна трава з нічним поливом. Слід відмітити, що температура поверхні газонів відрізняється від температури повітря на 2-3°С, а найчастіше є меншою за температуру повітря.

Результати дослідження температурних показників вечірніх замірів температури внесено до табл. 4.

Результати замірів температури поверхні асфальтного покриття у вечірній час показали, що коливання різниці температур становить: ділянка №1 від 0°С до 8°С, ділянка №2 від 3,5°С до 4,3°С, ділянка №3 від 3,1°С до 14,5°С. При температурі повітря у вечірній час 28-30°С максимальна температура поверхні асфальтного покриття на відкритому просторі становить 54,2 °С, при цьому більшість точок заміру показує перевищення температури повітря в середньому на 9-11°С на відкритому просторі. При цьому затінені ділянки перевищують температуру повітря на 6-7°С.

Таблиця 4

Заміри температури поверхонь асфальтного покриття, тротуарів, газонного покриття 18.00-19-00 (вечір)

Досліджувана ділянка	Дата	Температура поверхні, °С		Різниця
		Відкритий простір	Затінений простір	
	температура, °С	мін.-макс. середня	мін.-макс. середня	
вул. Титова, ділянка №1	Асфальт			
	17.07.2020	26,4-39,8	18,9-32,2	8,2
	28	33,1	24,9	
	20.07.2020	37,1-47,1	30,1-41,2	7,5
	28	42,6	35,1	
	21.07.2020	13,6-49,2	32,3-42,4	0,0
	30	36,9	36,9	
	Тротуар			
	17.07.2020	26,1-34,8	22,0-27,8	6,2
	28	30,5	24,4	
	20.07.2020	28,4-42,0	23,0-36,0	4,9
	28	35,3	30,4	
	21.07.2020	29,5-43,1	24,1-37,6	4,8
	30	36,3	31,5	
	Газон			
	17.07.2020	20,9-24,2	14,9-19,4	4,6
	28	22,3	17,7	
	20.07.2020	23,3-26,0	21,4-28,4	0,2
	28	24,6	24,5	
	21.07.2020	24,4-27,1	22,9-25,4	1,6
	30	25,7	24,1	
пр. П. Орлика, ділянка №2	Асфальт			
	17.07.2020	32,1-36,3	26,9-34,2	3,9
	28	33,9	30,0	
	20.07.2020	38,6-43,3	33,4-40,1	4,3
	28	40,6	36,4	
	21.07.2020	39,1-44,1	34,5-41,3	3,5
	30	40,9	37,4	
	Тротуар			
	17.07.2020	30,9-34,5	19,3-27,2	7,9
	28	32,9	25,0	
	20.07.2020	34,9-39,2	33,2-37,9	2,5
	28	38,2	35,7	
	21.07.2020	36,7-40,9	33,1-39,3	3,3
	30	39,7	36,3	
	Газон			
	17.07.2020	16,5-18,8	13,6-15,2	3,5
	28	17,6	14,1	
	20.07.2020	20,2-26,9	18,1-20,7	2,8
	28	22,1	19,3	
	21.07.2020	21,3-27,5	19,0-21,1	3,1
	30	23,1	20,0	

Продовження таблиці 4

Досліджувана ділянка	Дата	Температура поверхні, °С		Різниця
		Відкритий простір	Затінений простір	
	температура, °С	мін.-макс. середня	мін.-макс. середня	
пр. Пушкіна, ділянка №3	Асфальт			
	17.07.2020	31,7-35,4	27,4-33,7	3,1
	28	33,3	30,2	
	20.07.2020	39,7-48,7	34,6-41,4	8,3
	28	45,8	37,5	
	21.07.2020	45,7-54,2	27,0-42,6	14,5
	30	49,2	34,7	
	Тротуар			
	17.07.2020	30,4-35,5	22,1-29,3	5,3
	28	32,6	27,3	
	20.07.2020	35,1-49,0	32,3-34,4	8,6
	28	41,5	32,9	
	21.07.2020	44,7-46,0	33,7-38,9	8,7
	30	45,5	36,8	
	Газон			
	17.07.2020	16,8-23,0	14,7-18,7	5,0
	28	20,8	15,8	
	20.07.2020	24,4-32,7	16,9-29,6	5,8
	28	27,6	21,7	
	21.07.2020	22,5-31,8	17,7-19,3	6,7
	30	25,3	18,6	

При аналізі результатів вечірньої температури поверхні тротуарів виявлено, що коливання різниці температур становить: ділянка №1 від 4,8°С до 6,2°С, ділянка №2 від 2,5°С до 7,9°С, ділянка №3 від 5,3°С до 8,7°С. При температурі повітря у вечірній час 28-30°С максимальна температура поверхні тротуарів на відкритому просторі становить 49,2°С для бетонної тротуарної плитки, для асфальтованих тротуарів та 42,0°С. Тротуари оздоблені бетонною плиткою, особливо темних кольорів здатні значно довгий час утримувати тепло та знижують температуру поверхні повільно. При цьому більшість точок заміру показує перевищення температури тротуарів порівняно з температурою повітря в середньому на 8°С. При цьому затінені ділянки тротуару перевищують температуру повітря лише на 2°С.

Результати замірів температури поверхні трав'яного покриття у вечірній час показали, що коливання різниці температур становить: ділянка №1 від 0,2°С до 4,6°С; ділянка №2 від 2,8°С до 3,1°С; ділянка №3 від 5,0°С до 6,7°С. При температурі повітря у вечірній час 28-30°С максимальна температура поверхні газонів на відкритому просторі становить 32,7°С при незначній щільності газонної трави, та 27,6°С при ущільненому газоні. При цьому газони, які залишаються у затінку показують температуру поверхні в середньому нижчу на 6°С за температуру повітря.

Висновки та рекомендації. В результаті виконаних досліджень було встановлено, що асфальтоване та бетонне покриття є основною причиною теплового забруднення у містах з розвиненою інфраструктурою автотранспорту. Якщо автомагістралі не можливо представити без асфальтного або бетонного покриття, то тротуари та рекреаційні території не варто асфальтувати або бетонувати величезними площами. Слід збільшувати кількість газонів, клумб та зелених насаджень, варто застосовувати вертикальне озеленення будівель, що піддаються прямому сонячному впливу.

Бетон і асфальт швидко нагріваються, накопичують тепло протягом дня, забудова високо поверховими будівлями блокує потоки вітру, що створюють острови тепла в центрі міста. Від високої температури збільшується кількість випаровування шкідливих речовин, які накопичуються в приземному шарі, посилюється парниковий ефект та загострюються захворювання дихальної системи. Більшість речовин, що виділяються при нагріванні асфальту є небезпечними для живих організмів. Ситуація вдовж автомагістралей погіршується частковою або повною відсутністю дерев. Дерева, що ростуть вздовж автошляхів часто мають значні ушкодження. Дослідження показали, що дерева розвиненою кроною, створюють стійкий затінок та запобігають нагріванню поверхні. Навіть незначний затінок сприяє зниженню нагрівання асфальтованих поверхнею автошляхів та тротуарів. Крім того, дерева випаровують вологу, охолоджуючи та зволожуючі повітря навколо. У м. Дніпро останнім часом, велика кількість територій асфальтується або вкривається бетонною плиткою, що в майбутньому буде збільшувати теплове забруднення міста та призводити до погіршення екологічної ситуації міста, тому значну увагу слід приділити озелененню територій міста, збільшенню зелених острівців, особливо там, де розташовані автомагістралі.

Перелік посилань

1. Артамонов, Б.Б. (2013). Аналіз впливу мікрокліматичних зон на процеси кліматоутворення у містах в умовах глобальної зміни клімату. *Науковий вісник НЛТУ України, 23*, 133–137.
2. Федонюк, М.А., & Федонюк, В.В. (2017). Проблеми теплового забруднення селітебних територій: дослідження та моніторинг. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 1*(15), 231-239.
3. Иванов, С.В., & Драничер, О.Р. (2013). Роль альбедо в формировании городского острова тепла. *Вісник Одеського державного екологічного університету, 15*, 79–88.
4. Волчек, А.А., Мешик, О.П., & Мешик, А.О. (2018). Оценка теплового загрязнения урбанизированных территорий методами дистанционного зондирования. *Регіональні геоекологічны проблеми в умовах сталого розвитку, Збірник наукових праць ІІІ Міжнар. наук.-практ. конференції,* 8–12.
5. Волчек, А.А., & Мешик, О.П. (2018). Оценка теплового загрязнения урбанизированных территорий методами дистанционного зондирования. *Вестник Брестского государственного технического университета, 2*, 36–40.
6. Беляев, Н.Н., Русакова Т.И., Колесник В.Е., Павличенко А.В. (2016). Прогноз уровня загрязнения атмосферного воздуха в зоне влияния городских автомагистралей. *Науковий вісник Національного гірничого університету*. 1, 90–97.
7. Матейчик В.П., Цюман, М.П., & Вайганг, Г.О. (2014). Моделювання системи «транспортний потік – дорога». *Наукові нотатки. Міжвузівський збірник (за галузями знань «Маши-*

нобудування та металообробка», «Інженерна механіка», «Металургія та матеріалознавство»), 46, 371–382.
8. Merah, A., & Noureddine, A. (2017). Modeling and Analysis of NOx and O_3 in a Street Canyon. *Der Pharma Chemica, 9*(19), 66–72.
9. Русіло, П.О., Костюк, В.В., & Афонін, В.М. (2008). Вплив на довкілля автомобільного транспорту на всіх стадіях його життєвого циклу. *Науковий вісник НЛТУ України, 18.3*, 85-89.
10. Duffy, K. A., Schwalm, C. R., Arcus, V. L., Koch, G. W., Liang, L. L., & Schipper, L. A. (2021). How close are we to the temperature tipping point of the terrestrial biosphere? Science Advances, 7(3), eaay1052. https://doi.org/10.1126/sciadv.aay1052
11. Zhong, J., Cai, X.-M., & Bloss, W. J. (2015). Modelling the dispersion and transport of reactive pollutants in a deep urban street canyon: *Using large-eddy simulation. Environmental Pollution, 200*, 42–52. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.02.009
12. Біляєв, М.М., & Русакова, Т.І. (2018). Прогноз локальних зон забруднення біля автомагістралі з урахуванням рослинності. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету, 55*, 333–341.

АННОТАЦИЯ

Цель. Исследование температуры поверхностей дорог города Днепр в зависимости от типа покрытия, особенностей застройки территории, рельефа местности и погодных условий с последующей разработкой природоохранных рекомендаций.

Результаты исследований. Проведена оценка температурных режимов полотна автомобильной дороги, тротуаров, а также прилегающих к автомагистралям города Днепр территорий. Замеры температурных режимов поверхностей на различных участках автомагистралей проводились три раза в день: утром с 8.00 до 9.00, днем с 13.00 до 14.00 и вечером с 18.00 до 19.00. Установлено, что на исследуемых территориях колебания разности температур утром составляют: участок №1 от 7,7°С до 13,4°С, участок №2 от 13,2°С до 21,1°С, участок №3 от 8,3°С до 16,5°С. Температура поверхности асфальтового покрытия днем меняется на участке №1 от 22,9°С до 40,5°С, участке №2 от 19,6°С до 28,3°С, участке №3 от 27,3°С до 37,3°С. Установлено, что при увеличении температуры воздуха на 3°С (с 29°С до 32°С) поверхность асфальтового покрытия на открытом пространстве нагревается до 68,5°С. Температура поверхности асфальтового покрытия в вечернее время отличается на участке №1 от 0°С до 8°С, участке №2 от 3,5°С до 4,3°С, участке №3 от 3,1°С до 14,5°С. При температуре воздуха в вечернее время 28-30°С максимальная температура поверхности асфальтового покрытия на открытом пространстве достигает 54,2°С.

Научная новизна. Установлены закономерности изменения температурного режима полотна автомобильной дороги, тротуаров, а также газонов в зависимости от особенностей застройки и озеленения прилегающих к автомагистралям территории.

Практическое значение. Результаты исследования подтвердили тесную взаимосвязь между температурным режимом и характером застройки участка, наличием больших площадей открытого пространства, а также интенсивностью движения автомобилей по перекрестку. Результаты работы могут быть использованы для совершенствования методов управления тепловым режимом территорий, находящихся в зоне влияния автомагистралей.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, автомагистраль, экологическая опасность, тепловое загрязнение, экологическое состояние города, озеленение

ABSTRACT

Goal. Investigation of the surface's temperature of highways of the Dnipro city depending on the type of covering, features of the territory development, locality relief and weather conditions with the subsequent environmental recommendations.

Research results. The temperature regimes of the highway, sidewalks, as well as the areas adjacent to the highways of the Dnipro city were assessed. Measurements of surface temperatures on different sections of highways were carried out three times a day: in the morning from 8.00 to 9.00, in the afternoon - from 13.00 to 14.00 and in the evening from 18.00 to 19.00. It is established that in the studied areas the fluctuations of the temperature difference in the morning are: section №1 from 7.7 °C to 13.4°C, section №2 from 13.2 °C to 21.1 °C, section №3 from 8,3 to 16.5 °C. The surface temperature of the asphalt during the day varies in the area №1 from 22.9 ° C to 40.5 ° C, the area №2 from 19.6 ° C to 28.3 °C, the area №3 from 27.3 °C to 37,3 °C. It is established that at increase of air temperature by 3 °C (from 29 °C to 32 °C) the surface of an asphalt covering in open space heats up to 68,5 °C. The surface temperature of the asphalt in the evening differs in the area №1 from 0 °C to 8 °C, the area №2 from 3.5 °C to 4.3 °C, the area №3 from 3.1 °C to 14.5 °C. At an air temperature in the evening 28-30 °C, maximum temperature of the asphalt surface in open space reaches 54,2 °C.

Scientific novelty. Regularities of change of a temperature mode of a canvas of the highway, sidewalks, and lawns depending on features of construction and gardening of the territory adjacent to highways are established.

Practical meaning. The results of the study confirmed the close relationship between the temperature regime and the nature of the construction of the territory, the presence of large areas of open space, as well as the intensity of traffic at intersections. The results of the work can be used to improve the methods of thermal management of territories in the area of highway influence.

Keywords: *motor transport, highway, environmental danger, thermal pollution, ecological condition of the city, landscaping*