

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології  
Кафедра екологічної безпеки та економіки природокористування

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

**Свинтак Антон Сергійович**

УДК 364.2 : 502/504

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**ОЦІНКА МІСЬКОГО ОСТРОВУ ТЕПЛА**

183 Технології захисту навколишнього середовища  
(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Науково-професійна робота містить результати власних досліджень.  
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на  
відповідне джерело

А.С. Свинтак  
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Науковий керівник

А.В. Ращенко  
(прізвище, ім'я, по батькові)

кандидат економічних наук, доцент  
(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2020

**ЖИТОМИРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет екології і права

Кафедра екологічної безпеки та економіки природокористування  
Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

В.о. завідувача кафедри екологічної безпеки  
та економіки природокористування  
Ращенко А.В.

(ПБ, підпис)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**  
на кваліфікаційну роботу

\_\_\_\_\_ (прізвище, ім'я, по-батькові в родовому відмінку)

1. Тема кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_

затверджена наказом № \_\_\_\_\_ від " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

2. Термін подання роботи " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

3. Предмет дослідження \_\_\_\_\_

4. Об'єкт дослідження \_\_\_\_\_

5. Методика дослідження \_\_\_\_\_

6. Інформаційна база дослідження \_\_\_\_\_

7. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, що належать до розробки)

8. Перелік графічного матеріалу \_\_\_\_\_

9. Дата видачі завдання « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

Керівник роботи

\_\_\_\_\_  
 (науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище ,ім'я, по батькові)

Завдання прийняв  
 до виконання \_\_\_\_\_  
 (підпис) (прізвище ,ім'я, по батькові)

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН  
 виконання кваліфікаційної роботи**

Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання	Відмітка про виконання етапу

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ (підпис) (прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 (науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище, ім'я, по батькові)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

## АНОТАЦІЯ

Свинтак А.С. Оцінка міського острову тепла. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 183 – технології захисту навколишнього середовища – Поліський національний університет, Житомир, 2020.

У кваліфікаційній роботі теоретично обґрунтовано, що на якість та комфорт життя людей у містах впливає наявність та інтенсивність острову тепла. Встановлено, що проводити оцінку міського острову тепла можливо шляхом розрахунку різниці між середньою температурою повітря на метеостанції, що розташована у місті, та середньою температурою повітря на метеостанції, що розташована за містом або на незначній відстані від нього. Крім того, ефективним є використання супутникової інформації за різні часові періоди, що дозволяє отримати вичерпну інформацію про температурні показники всієї території міста та за його околицями. Здійснено загальну характеристику температурного режиму м. Житомир, що дозволило підтвердити наявність тенденції зростання середньорічних температур, що потенційно здатне створити небезпеки для вразливих груп населення та погіршити якість життя решти мешканців міста. Доведено наявність острову тепла в м. Житомир, що проявляється як зміна різниць температур між міською та приміською зонами. Пов'язано це явище, у першу чергу, зі зміною характеристик підстилаючої поверхні в місті. Розроблено рекомендацій щодо зменшення острову тепла у м. Житомир, що умовно розподілено на чотири групи: організаційні, будівельно-архітектурні, інформаційні та заходи у сфері автомобільного транспорту.

Ключові слова: зміни клімату, острови тепла, тепловий режим міст

## SUMMARY

Svintak AS Assessment of the urban heat island. - Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for the master's degree in specialty 183 - environmental protection technologies - Polissya National University, Zhytomyr, 2020.

In the qualification work, it is theoretically substantiated that the quality and comfort of the life of people in cities is influenced by the presence and intensity of the island of heat. It is established that it is possible to estimate the urban heat island by calculating the difference between the average air temperature at a meteorological station located in the city and the average air temperature at a meteorological station located outside the city or at a small distance from it. In addition, it is effective to use satellite information for different time periods, which allows you to get comprehensive information about the temperature of the entire city and its environs. The general characteristics of the temperature regime of Zhytomyr were made, which allowed confirming the trend of increasing average annual temperatures, which could potentially create dangers for vulnerable groups and worsen the quality of life of other residents. The presence of a heat island in Zhytomyr is proved, which is manifested as a change in temperature differences between urban and suburban areas. This phenomenon is primarily due to changes in the characteristics of the underlying surface in the city. Recommendations for reducing the heat island in Zhytomyr have been developed, which are conditionally divided into four groups: organizational, construction-architectural, informational, and measures in the field of road transport.

Key words: climate change, heat islands, thermal regime of cities.

**ЗМІСТ**

<b>ВСТУП</b>	<b>7</b>
<b>РОЗДІЛ I. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ МІСЬКОГО ОСТРОВУ ТЕПЛА</b>	<b>9</b>
<b>1.1.</b> Зміни клімату та тепловий режим міських територій	9
<b>1.2.</b> Острови тепла та їх вплив на температурний режим міських територій	10
<b>Розділ II. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ОСТРОВУ ТЕПЛА М. ЖИТОМИР</b>	<b>13</b>
<b>2.1.</b> Програма проведення досліджень.	13
<b>2.2.</b> Методи оцінки міських островів тепла.	13
<b>2.3.</b> Методика оцінки міських островів тепла за допомогою дистанційного зондування.	14
<b>Розділ III. ОЦІНКА ОСТРОВУ ТЕПЛА ТА ЙОГО ВПЛИВ НА МІСЬКЕ СЕРЕДОВИЩЕ</b>	<b>16</b>
<b>3.1.</b> Загальна характеристика температурного режиму м. Житомир	16
<b>3.2.</b> Оцінка острову тепла м. Житомир.	18
<b>3.3.</b> Заходи та рекомендації щодо зменшення острову тепла у м. Житомир	24
<b>ВИСНОВКИ</b>	<b>29</b>
<b>ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ</b>	<b>30</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	<b>31</b>

## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження.** В останні декілька років спостерігається підвищення максимальної температури в зонах мішаних лісів до якої належить і Житомирська обл. Це несе відображення не тільки на фауні та флорі, ай на урбанізованих територіях. Підвищення температури в містах призводить до виникнення теплового стресу, що негативно відображується на житті та здоров'ї людини. Також збільшення температури повітря призводить до зростання кількості інфекційних захворювань, зменшення кількості та якості питної води, збільшення ризиків підтоплення та появи стихійних гідрометеорологічних явищ тощо. Місто Житомир не підготоване до потепління клімату – дану тезу підтверджує наявність великих площ, вкритих штучними поверхнями з низьким значенням альбеда, відсутністю зелених зон, які були б рівномірно розподілені по всьому місту та ін. Відтак, проведене нами дослідження є актуальним та своєчасним.

**Мета і завдання дослідження.** Метою досліджень є обґрунтування теоретичних засад та розробка практичних рекомендацій оцінки міського острова тепла м. Житомир.

Мету дослідження реалізовано шляхом виконання поставлених завдань, а саме:

- 1) систематизувати інформацію щодо теоретичних основ дослідження міського острова тепла;
- 2) дослідити існуючі методи оцінки міських островів тепла;
- 3) охарактеризувати температурний режим м. Житомир
- 4) провести аналітичну оцінку острова тепла м. Житомир;
- 5) розробити рекомендацій щодо зменшення острова тепла у м. Житомир.

**Об'єкт дослідження** – є процес оцінки міського острова тепла м. Житомир.

**Предмет дослідження** – теоретичні та прикладні положення оцінки міського острова тепла м. Житомир.

**Методи дослідження.** Для досягнення мети кваліфікаційної роботи та вирішення визначених завдань прийнятий загальний методологічний підхід, який полягав у теоретичному опрацюванні питань змін клімату та формування острову тепла з подальшою практичною їх реалізацією. Теоретичні напрацювання та практичні рекомендації побудовано на основі методик оцінки міських островів тепла, у т.ч. за допомогою дистанційного зондування Землі.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Здійснено оцінку острову тепла м. Житомир; розроблено заходи та рекомендації щодо зменшення наслідків його впливу у м. Житомир.

**Практичне значення одержаних результатів.** Результати досліджень знайдуть своє практичне застосування роботі органів місцевого самоврядування, зокрема Житомирської міської ради та її відділів, управлінь та комунальних підприємств, зокрема: Управління державного архітектурно-будівельного контролю, КП «Зеленбуд» тощо.

**Апробація результатів дослідження.** Основні положення і результати кваліфікаційної роботи апробовані і представлені у збірнику тез Всеукраїнської наукової on-line конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнародною участю «Сучасні проблеми екології» (Житомир, 2020 р.) [42], III Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні екологічні проблеми урбанізованих територій» (19 листопада 2020 р.) [43], III студентської конференції «Магістерські читання 2020» (грудень 2020 р.) [44].

**Основні положення, що виносяться на захист:**

- оцінка острову тепла м. Житомир;
- заходи та рекомендації щодо зменшення острову тепла у м. Житомир.



## РОЗДІЛ І. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ МІСЬКОГО ОСТРОВУ ТЕПЛА

### 1.1. Зміни клімату та тепловий режим міських територій

Останні десятиліття характеризуються поширенням міського способу життя людей в Україні. Мешканці міст відчують на собі як переваги, так і недоліки існування в такому середовищі. І якщо перші є рушійною силою урбанізації, то останні потенційно можуть зробити існування людей у містах надзвичайно дискомфортним. У даному дослідженні ми зосередились на проблемі формування островів тепла у містах як результат глобальних змін клімату.

У загальному розумінні термін «зміни клімату» трактують як встановлена за допомогою інструментів статистичного аналізу зміна конкретних властивостей кліматичних систем (температура, вітер, тиск та ін.) [1-3]. Клімат є надскладною системою, що змінюється під впливом низки чинників. Традиційно до них відносяться вплив Світового Океану, життєвих процесів організмів, сонячне випромінення, вулканізм, тектоніку літосферних плит, антропогенна діяльність людей та інші [1, 4, 5]. Саме останній з названих чинників спричинив одні з найбільших змін у кліматичній системі.

Зміни клімату з одного боку є наслідками діяльності людей, з іншого є джерелом явищ, що негативно позначаються на їх діяльності та існуванні. Адже концентрація значної кількості населення у містах викликає зміни всіх компонентів довкілля: атмосфера, клімат, рослинний покрив, тваринний світ, ґрунти, поверхнева гідросфера, геодинамічний стан території [5].

У містах кліматичні зміни мають різні негативні прояви як підтоплення, спека, ожеледиця, порушення нормального функціонування окремих систем міста та складнощі у наданні базових послуг населенню. При цьому, зауважимо, що найсильніше наслідки кліматичних змін відчують на собі найбільш вразливі групи населення: діти та люди похилого віку [5, 6].

Враховуючи, що найбільш відчутно наслідки кліматичних змін почали проявлятися у останні десятиліття, то адаптувати більшість міст до них вкрай важко. Пов'язано це, у першу чергу, із тим, що у більшості міст вже сформованим є зонування території. Крім того, відсутні ґрунтовні дослідження щодо окремих проявів змін клімату у містах, таких, наприклад, як острови тепла.

Оцінку вразливості міст та населених пунктів до змін клімату здійснюють з використанням різних методик. Деякі з них вимагають проведення об'єктивних досліджень та залучення великої кількості профільних науковців. Інші побудовані з урахуванням об'єктивних та суб'єктивних оцінок ризиків та включають методи експертних оцінок. До останньої групи відноситься метод оцінки за допомогою індикаторів вразливості [5].

Таким чином, встановлено, що зміни клімату є актуальною проблемою, що потенційно здатна значно вплинути на стан міських поселень та якість життя людей. З метою врахування кліматичного чинника у стратегічних та тактичних документах, що регулюють функціонування міст, здійснюють оцінку вразливості до змін клімату. Одним з пунктів оцінки є наявність острова тепла в місті, його розмір та інтенсивність впливу. Вивченню теоретичних аспектів даного явища присвячено наступну частину кваліфікаційної роботи.

## **1.2. Острови тепла та їх вплив на населення міст**

Оцінка вразливості міст до змін клімату здійснюється у розрізі основних його проявів, а саме: тепловий стрес, підтоплення, зелені зони, стихійні гідрометеорологічні явища, питна вода, інфекційні та алергійні прояви, стан енергетичних систем міста [5]. Якщо концентрувати увагу на питаннях оцінки теплового стресу як одного з найімовірніших негативних наслідків кліматичних змін, то у рамках названої методики він оцінюється за 12 індикаторами. Зокрема оцінюються зміни температур, частота виникнення

хвиль тепла, достатність зелених хон та водних об'єктів, наявність островів тепла тощо [5]. Саме останнє метеорологічне явище й викликає найбільшу зацікавленість з точки зору можливості його оцінки.

«Міський тепловий стрів» – термін, що характеризує метеорологічне явище за якого існує температурна різниця між показниками у містах (температура повітря є вищою) та у сільській місцевості навколо міст (температура повітря є вищою) [7, 14-15]. Дослідження островів тепла, зазвичай проводяться влітку та взимку, найкраще температурна різниця помітніша вночі та за умови штилю або слабого вітру [8, 9, 16-17]. Необхідність у дослідження даного вища зумовлена тим, що високі температури в містах можуть негативно впливати як на здоров'я їх мешканців, так і на стан окремих об'єктів інфраструктури.

Основними причинами виникнення островів тепла у містах є:

- 1) переважання штучних поверхонь (темне асфальтове покриття доріг та бітумне покриття дахів будівель поглинають значно більше сонячного випромінювання, ніж переважаючі природні поверхні у сільській місцевості);
- 2) мінімальні площі зелених насаджень та поверхонь із трав'янистою рослинністю (втрачається тіньова та охолоджувальна здатність дерев, їх здатність до поглинання  $\text{CO}_2$  та випаровувати вологу) [8, 10 - 12].

Всі названі чинники, а також використання мешканцями міст приладів та обладнання, здатних створювати теплове забруднення довкілля, викликає зміну в енергетичному балансі міської території [8, 11, 17]. В результаті у містах спостерігаються більш високої температури (на декілька градусів), ніж у сільській місцевості. При чому у містах-мільйонниках різниця у температурах може складати 1,0-3,0°C і навіть доходити до 12°C у вечірній час [13-15, 20-21].

Таким чином, якість та комфорт життя людей у містах визначає безліч чинників та процесів, деякі з яких мають глобальний характер. Зміни клімату викликають зростання температур та можуть позначитись на здоров'ї людей. За таких умов для міст і населених пунктів важливо проводити оцінки

наявності та інтенсивності острова тепла. Проводити оцінку можливо шляхом розрахунку різниці між середньою температурою повітря на метеостанції, що розташована у місті та середньою температурою повітря на метеостанції, що розташована за містом або на незначній відстані від нього або за допомогою використання супутникової інформації за різні часові періоди.

## Розділ II. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ОСТРОВУ ТЕПЛА М. ЖИТОМИР

### 2.1. Програма проведення досліджень

Досягнення мети дослідження, а саме забезпечується:

1. Систематизацією інформацію щодо теоретичних основ дослідження міського острова тепла.
2. Дослідженням існуючих методів оцінки міських островів тепла, зокрема за допомогою дистанційного зондування Землі.
3. Здійсненням характеристики температурного режиму м. Житомир.
4. Проведенням аналітичної оцінки острова тепла м. Житомир.
5. Розробкою рекомендацій щодо зменшення острова тепла у м. Житомир.

### 2.2. Методи оцінки міських островів тепла.

Міський острів тепла – це явище, що є характерним як для мегаполісів, так і для малих населених пунктів. Наявність різниці між температурними показниками на території міста та прилеглих оточуючих його територій є ознакою наявності острова тепла. Така різниця в середньому складає 1-3 °С, однак може досягати і понад 10 °С [22]. І якщо у період низьких температур наявність острова тепла може сприйматись міськими жителями як позитивне явище, то у період літньої спеки, особливо під час прояву хвиль тепла, таке явище може мати негативні наслідки для здоров'я людей, стану міської інфраструктури тощо.

Основною характеристикою міського острова тепла є його інтенсивність ( $\Delta T_L$ ). Даний показник визначається як різниця максимального значення температури повітря в місті  $T_{U_{\max}}$  та середньої температури повітря за містом  $T_L$  [22].

$$\Delta T_L = T_{U_{\max}} - T_L \quad (1)$$

Дослідження, проведені Мариніним І. Л. та Єнгалічевою О. Р. на прикладі м. Одеса, дозволили виокремити наступні типові ознаки островів тепла: проявляються у вигляді області замкнутих ізотерм та над великими містами вони є достатньо однорідним по горизонталі. Крім того, у роботі описано таке поняття як «плато», що покриває більшу частину території міста та характеризується наявністю області екстремальних значень температури у центрі та областей підвищених горизонтальних градієнтів температури на границях міста [22].

### **2.3. Методика оцінки міських островів тепла за допомогою дистанційного зондування Землі.**

Проведення оцінки островів тепла передбачає застосування різних методик. До них належать: метод дистанційного зондування Землі, метод отримання інформації з стаціонарних пунктів аналізу повітря, метод збору даних метеорологічних станцій та ін.

Вважаємо за доцільне окремо зупинитися на методі дистанційного зондування Землі, що передбачає здійснення спостереження за поверхнею Землі авіаційними і космічними засобами, спорядженими різноманітними видами знімальної апаратури [23]. Сьогодні супутникові дані широко використовуються для спостереження за зміною температурних показників на планеті. Даний метод відкриває нові можливості для проведення досліджень і спостережень на великих територіях. Перше застосування даного методу для оцінки міських островів тепла було описане в 1972 р. П. К. Рао. З 1972 року почали широко використовувати данні супутників для вивчення міських островів тепла. В результаті досліджень було доведено, що температура в місті прямо пов'язана з особливостями поверхні, що характеризуються, наприклад, індексом NDVI (Normalized Difference Vegetation Index - Нормалізований відносний індекс рослинності) – це кількісний показник активної (здатної до фотосинтезу) біомаси, та іншими показниками [24, 25-28]. В Україні дослідження островів тепла у містах за

допомогою методів дистанційного зондування Землі проводять Зацерковний В. І., Оберемок Н. В., Березіна П. О. та ін. Зокрема, даними науковцями проведено дослідження впливу урбанізації на мікроклімат м. Київ. Автори розглядали матеріали теплових супутникових зйомок м. Києва з низькою та середньою розрізненістю (EOS/MODIS та Landsat-8/TIRS відповідно). У результаті науковцями виокремлено причини виникнення островів тепла, а саме: надмірна та щільна забудова території міста, недостатні площі зелених насаджень, збільшення викидів у атмосферне повітря від пересувних джерел забруднення (транспорту) та стаціонарних джерел забруднення тощо. Подібні дослідження доводять ефективність застосування методу для вивчення островів тепла у містах (особливо за умови недостатньої кількості наявних метеостанцій) оскільки дають можливість отримати дані спостереження за значними територіями за мінімальних фінансових затрат [24].

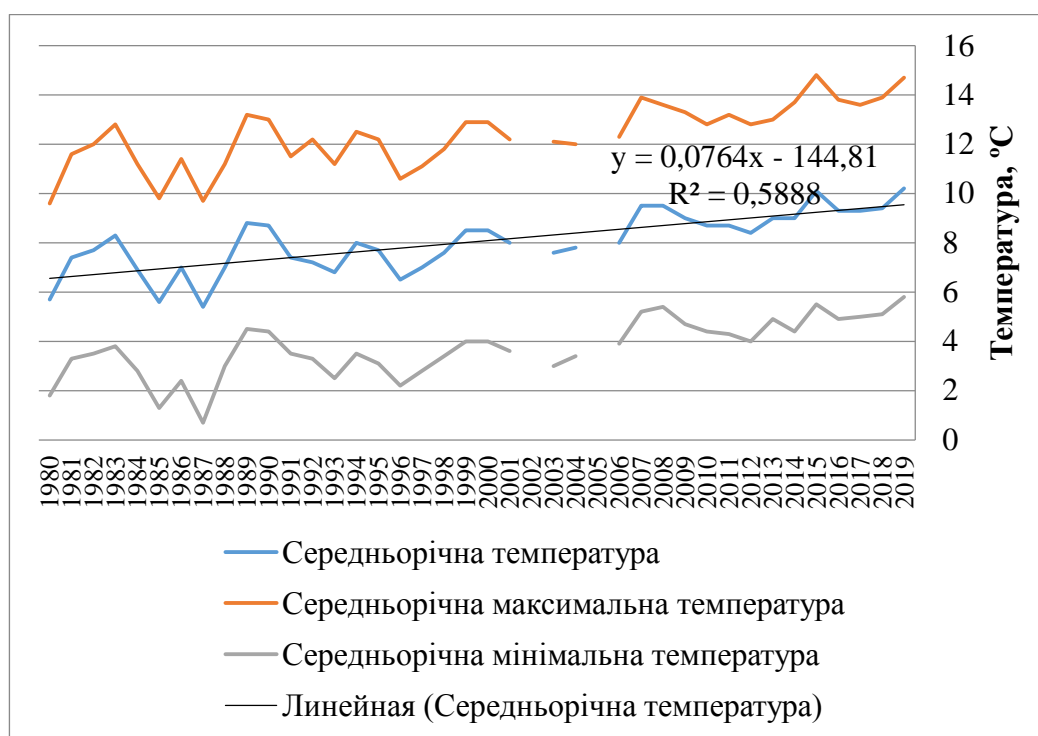
Для оцінки островів тепла за допомогою дистанційного зондування використовується метод теплового та спектрометричного знімання. Метод теплового знімання працює в інфрачервоному діапазоні та спирається на вимірювання і фіксацію температури об'єктів та поверхонь, які були нагріті в наслідок дії сонячного випромінювання та процесів внутрішнього характеру. Метод спектрометричного знімання працює в мікрохвильовому та інфрачервоному діапазоні та вимірює відбивну здатність об'єктів та поверхонь [29].

Таким чином, міський острів тепла – це мікрокліматичне явище, що впливає на умови життя людей та функціонування елементів інфраструктури населених пунктів. Дослідження даного явища вимагає застосування різних методик, зокрема дистанційного зондування. Дана методика є оптимальною для проведення оцінки наявності островів тепла у місті, їх територіального розміщення та залежності від показників щільності забудови, індексу NDVI тощо.

## Розділ III. ОЦІНКА ОСТРОВУ ТЕПЛА ТА ЙОГО ВПЛИВ НА МІСЬКЕ СЕРЕДОВИЩЕ

### 3.1. Загальна характеристика температурного режиму м. Житомир

Житомир є адміністративним центром Житомирської області та достатньо великим за розміром містом (чисельність постійного населення на 1 жовтня 2020 р. складає 262461 осіб [30, 31]. У 2018 р. до міста приєдналось с. Вереси та утворено Житомирську міську об'єднану територіальну громаду [32]. Територія самого міста складає близько 6100 га [33]. Основними водними артеріями міста є р. Тетерів та декілька малих річок. М. Житомир відноситься до лісостепової кліматичної зони. Традиційно, характеризуючи середні температурні показники по місту, зазначали їх коливання від +18°C у липні (найтеплішому місяці) до -4,5°C у січні (найхолоднішому місяці) [34].



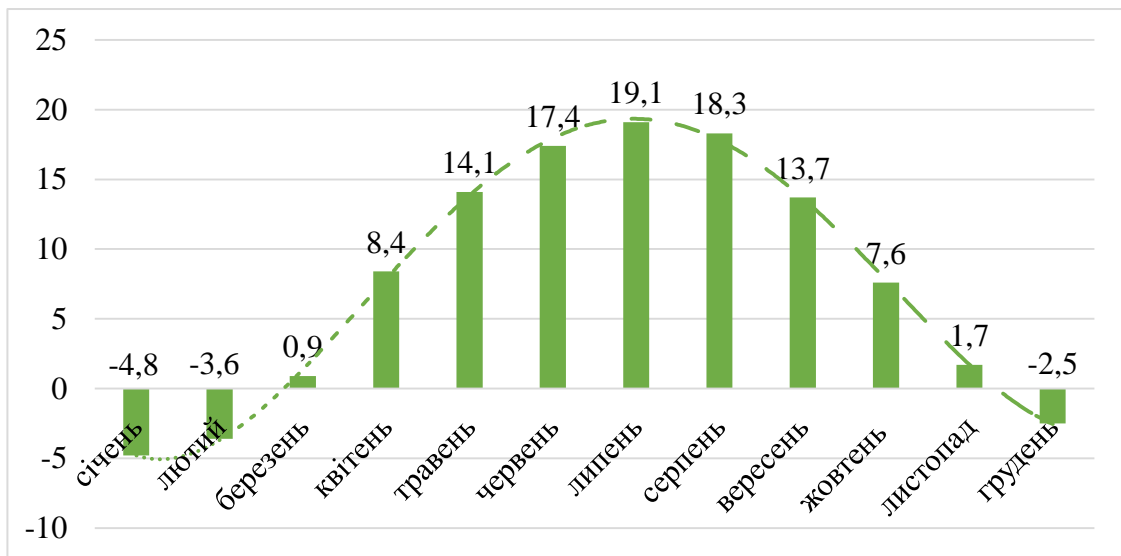
**Рис. 3.1. Середньорічна температура повітря в м. Житомир, °C**

Джерело: [35].

В останні десятиліття в місті, як і в цілому по країні та світу спостерігається загальний тренд на підвищення середньорічної температури.



Середні показники зміни температури повітря за період з 1980 по 2019 рр. представлено на рис. 3.1. Такий температурний розподіл демонструє приналежність міста до зони із вологим континентальним кліматом, для якого характерними є коливання температурних показників у різні сезони (тепле літо та холодна зима). При цьому, останні тенденції, що пов'язують зі змінами клімату, демонструють потепління та зміщення середніх показників у сторону збільшення.



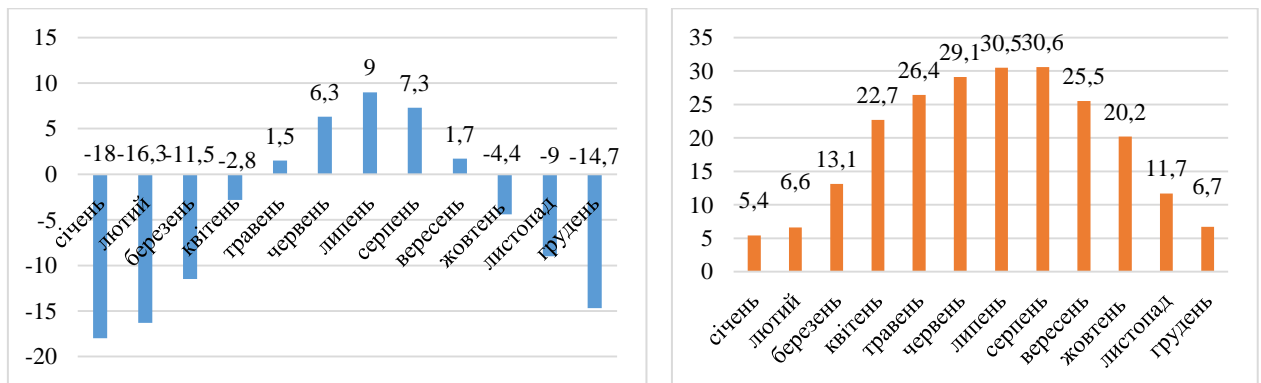
**Рис. 3.2. Середньомісячна температура повітря в м. Житомир, °C**

Джерело: [35].

Розподіл середньомісячних температур по м. Житомир, що відносяться до показників кліматичної норми (розраховуються як середнє значення за останні 50 років) наведено на рис. 3.2. Як видно з даної діаграми, середній показник температури у найспекотніший літній місяць збільшився на 1,1°C.

За цими даними, в м. Житомир найвищими є показники температури атмосферного повітря у липні (19,1°C). При цьому, в останні п'ять років в країні та місті зокрема у різні сезони спостерігаються температурні аномалії та піки. Так, наприклад найвищі середньомісячні показники температури в м. Житомир сягали 30,5-30,6°C (рис. 3.3). Більше того, з'являються повідомлення про те, що показники збільшення температури повітря в країні досягають позначки у 1,5°C,

що Всесвітньою метеорологічною організацією визначено як критичні для кліматичної системи [36].



**Рис. 3.3. Середньомісячні максимальні та мінімальні показники температури повітря в м. Житомир, °C**

Джерело: [35].

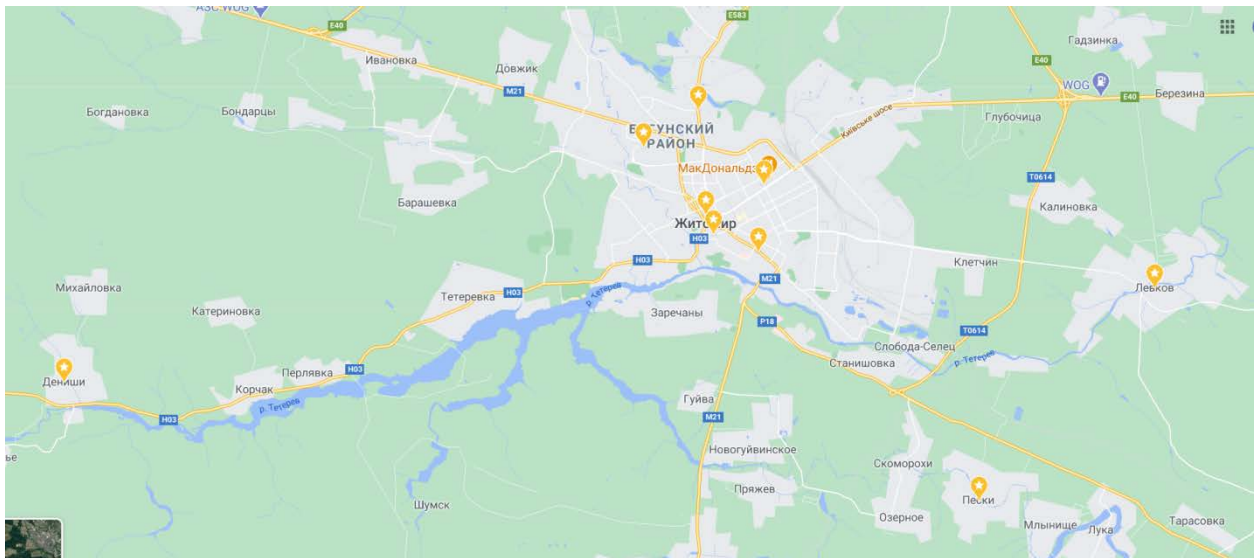
Враховуючи інформацію, зазначену вище, існує ймовірність подальшого підвищення температурних показників в місті. Крім того, збільшаться температурні аномалії. Тобто, почастишають випадки неприродної для території м. Житомир, підвищеної кількості спекотних днів та хвиль тепла.

Таким чином, на території міста спостерігаються зміни температурного режиму, що потенційно здатні створити небезпеки для вразливих груп населення та погіршити якість життя решти мешканців міста. Відтак, подальшого дослідження потребують метеорологічні явища, що збільшують (зменшують) наслідки таких температурних аномалій, зокрема, острову тепла.

### 3.2. Оцінка острову тепла м. Житомир

У дослідженні вивчався температурний режим м. Житомир, що по периметру оточують приміські села, дачні та лісові масиви. Для реалізації поставленої мети, а саме виокремлення острову тепла у місті, проведено дослідження та опрацьовано значення замірів температур повітря у шести

різних точках міста. Вибір точок було зроблено шляхом формулювання теоретичних припущень щодо потенційного розміщення острова тепла у м. Житомир. Оскільки визначення наявності острова тепла у місті здійснюється шляхом порівняння значень замірів температур у місті та приміській зоні, то дослідження проводились також у трьох заміських зонах. Крім того, було здійснено спробу провести оцінку температурних режимів у різних точках міста. Місця, у яких проводились заміри температури повітря, наведено на рис. 3.4.



Примітка: - місце здійснення заміру температури

**Рис. 3.4. Розміщення точок замірів температури атмосферного повітря у м. Житомир та приміській зоні**

Джерело: власні дослідження.

Заміри температури проводились на висоті 1 м. о 19 годині за місцевим часом в період з січня по жовтень 2020 р. (всього три місяці по 10 днів у кожному). Час виміру температури було обрано з урахуванням досліджень [37], у яких зазначається, що острів тепла найкраще оцінювати після заходу сонця, оскільки темпи зниження температурних показників у «розігрітому» місті є нижчими.

Для виявлення острова тепла в місті було проаналізовано фактичні дані заміру температури та їх інтегральні характеристики, розраховані для

чотирьох часових відрізків спостережень, що проводились нами. Для цього було використано методику [38]. Результати розрахунків за зазначеною методикою представлено у табл. 3.1.

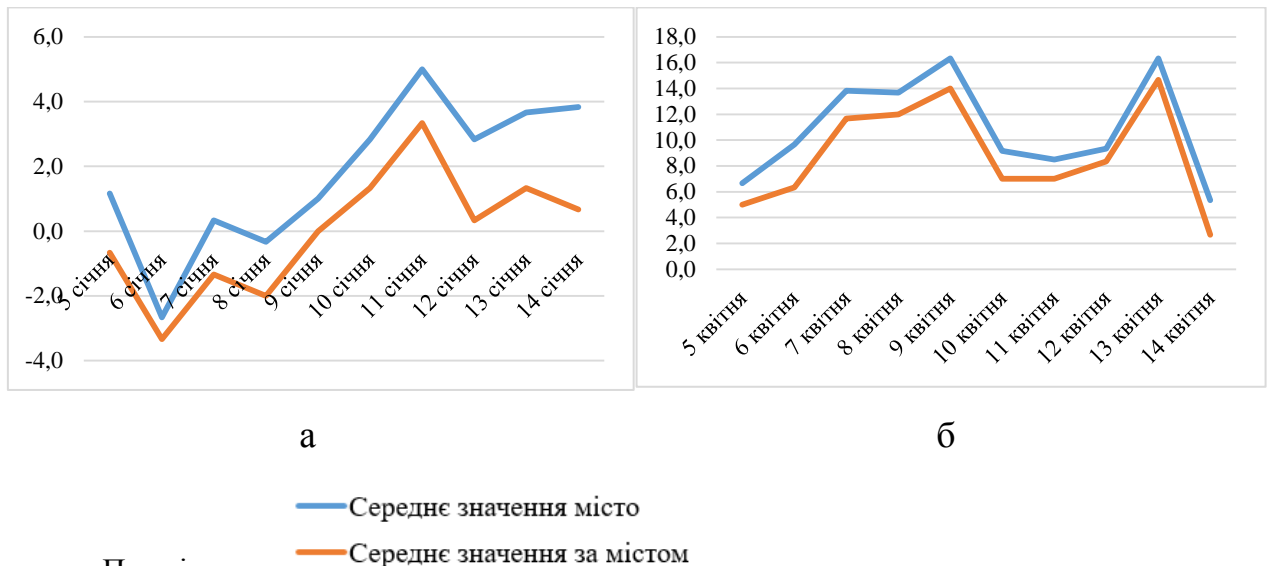
Таблиця 3.1

### Показники оцінки острову тепла в м. Житомир

Показник	Формула для розрахунку	Значення			
		січень	квітень	липень	жовтень
Максимальне значення температури повітря в місті	$TU \max$	6	17	30	21
Середнє значення температури повітря за містом	$TL$	0	8,9	18,4	13,7
Інтенсивність острову тепла	$\Delta TL = TU \max - TL$	6,0	8,1	11,6	7,3
Різниця середніх значень температур в місті і за містом	$\Delta TL = TU - TL$	1,8	2,0	3,4	2,6

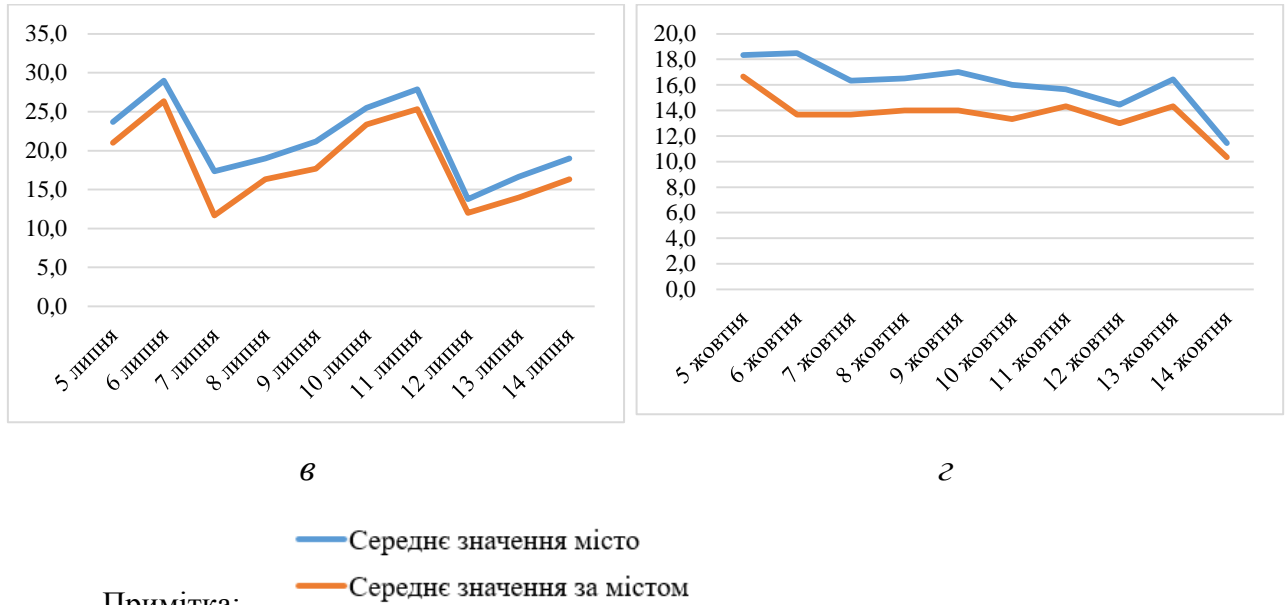
Джерело: побудовано автором на основі методики [38].

Для візуального опису острову тепла у м. Житомир побудовано графіки розподілу температур для кожного з досліджуваних періодів: 5-14 січня (рис.3.5а), 5-14 квітня (рис. 3.5б), 5-14 липень (рис.3.5в), 5-14 жовтень (рис. 3.5г).



**Рис. 3.5а-б. Графіки значень замірів середніх температур повітря в січні – квітні 2020 р. в м. Житомир та за містом**

Джерело: власні дослідження.

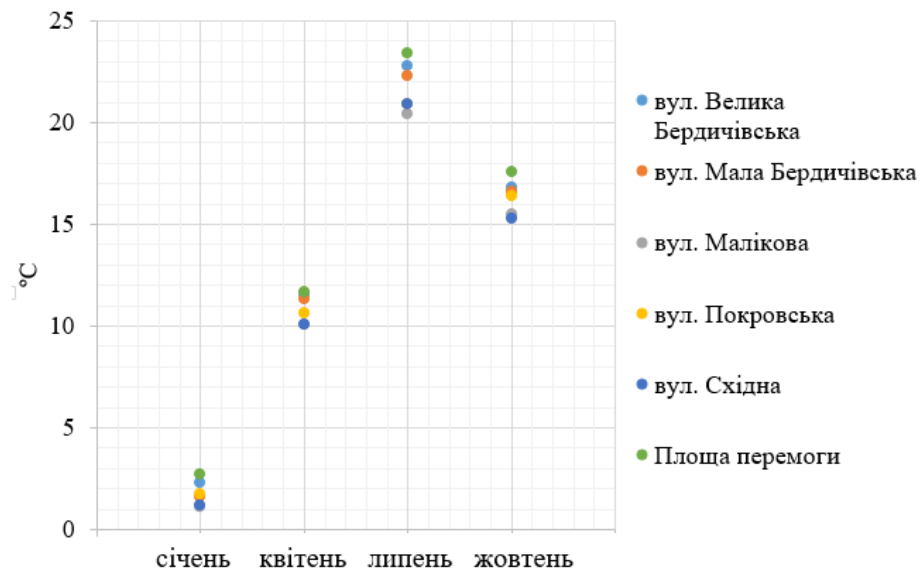


**Рис. 3.5. Графіки значень замірів середніх температур повітря в липні-жовтні 2020 р. в м. Житомир та за містом**

Джерело: власні дослідження.

На представлених графіках візуалізовано різницю між середніми температурними показниками, що у період дослідження, було зафіксовано на території м. Житомир та за його межами. Відтак, можна стверджувати, що в місті температура повітря є вищою за приміські зони та території. Усереднений показник складає від 1,8°C у січні до 3,4°C у липні.

Щодо змін температурних показників у розрізі вулиць м. Житомир, на яких проводились заміри, то можна спостерігати певні тенденції. Так, на вулицях Площа перемоги, Мала Бердичівська, Велика бердичівська у більшості випадків температура повітря є вищою, ніж на вулицях Східна, Малікова та Покровська. Чітко дану тенденцію можна прослідкувати порівнюючи температурні показники у липні місяці. Пов'язана дана тенденція, на нашу думку, із особливостями рельєфу місцевості, станом підстилаючої поверхні та наявністю водних об'єктів.



**Рис. 3.6. Розподіл середніх температур повітря по місяцям їх заміру**

Джерело: власні дослідження.

Також був проведений аналіз супутникових знімків м.Житомир, які наявні у відкритому доступі на LAND VIEWE [39]. Використовувались знімки супутників Sentinel-2 L2A та Landsat 8 з використанням каналів THERMAL INFRARED 1 та COLOR INFRARED (VEGETATION).

**Таблиця 3.2**

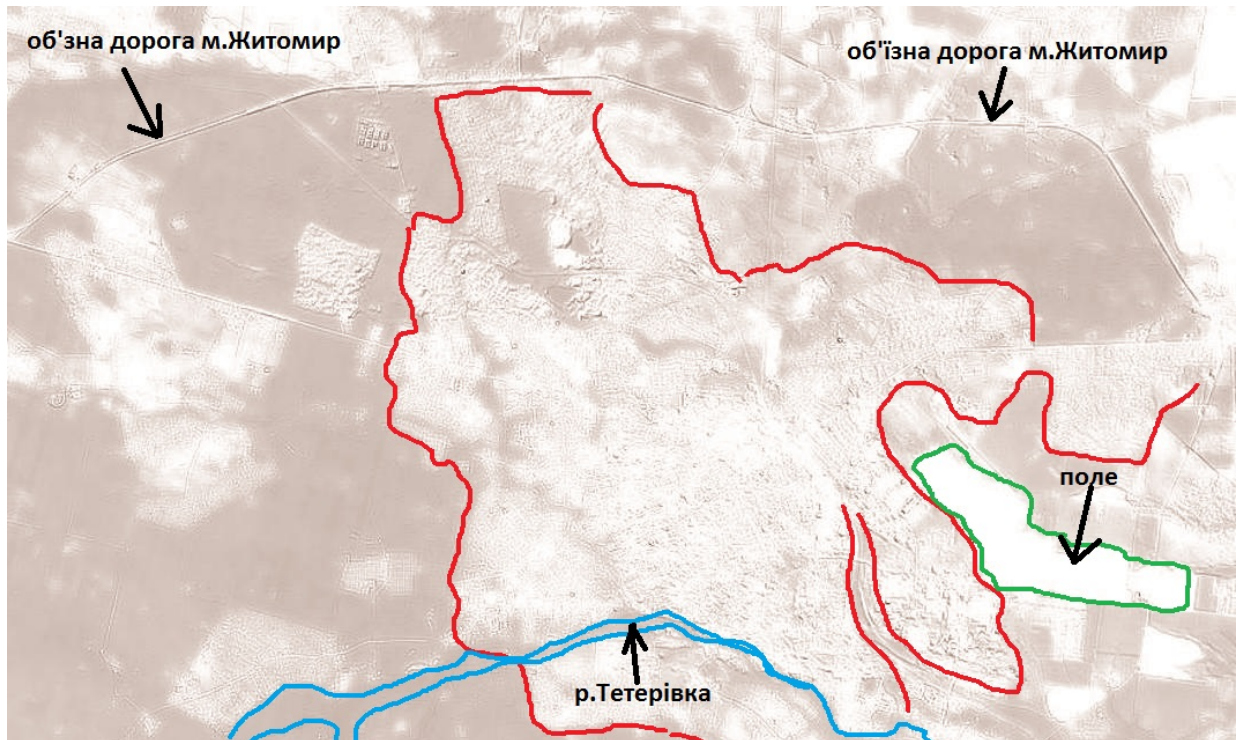
### Супутникові знімки та їх метадані

Супутник	Сенсор	Кут падіння сонячних променів	Хмарність, %	Дата одержання	Канала
Landsat 8 T1	OLI+TIRS	48	15	23.08.2020	Color Infrared (Vegetation) B5, B4, B3
Landsat 8 T1	OLI+TIRS	48	15	23.08.2020	Thermal Infrared B10

Джерело: побудовано автором на основі [39].

Знімок з супутника Landsat 8 дозволяє застосувати канали теплового зображення, що дає змогу побачити місто в інфрачервоному спектрі для отримання точних температур поверхонь.

На рис. 3.7 представлено тепловий знімок м. Житомир, де найбільші плями є місцями найбільшого нагрівання поверхні, а темні менш – нагріті поверхні. Зокрема темні зони біля об'їзної дороги та за межами міських забудов – це переважно лісові насадження.



**Рис. 3.7.Знімок супутника Landsat 8 за 23 серпня 2020 року, канал Thermal Infrared 1**

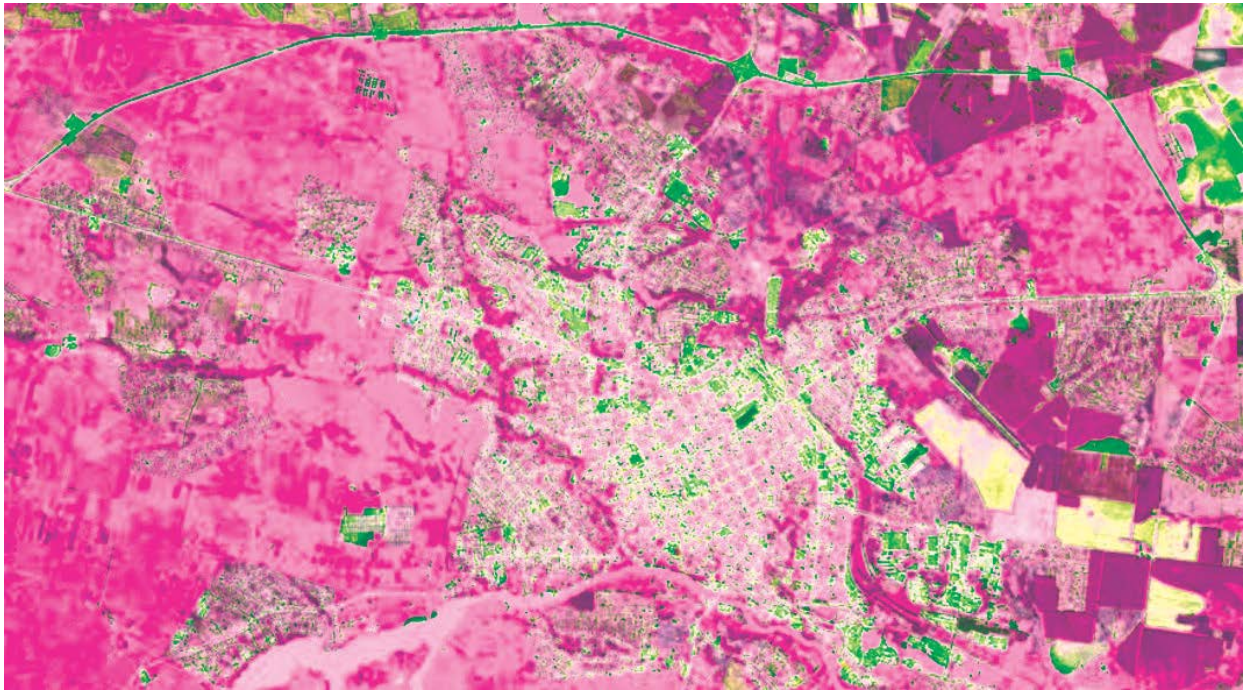
Джерело: побудовано автором на основі даних [39].

Крім температурного скринінгу поверхні міст, засоби дистанційного зондування Землі дозволяють оцінити тип підстилаючої поверхні (рис. 3.2).

Для того щоб порівняти альbedo міських забудов, на знімку є позначене поле (зелена лінія) та міські забудови (червона лінія). Ми бачимо, що в деяких місцях щільні міські забудови, майже таким ж кольором як поле чорнозему.

Додатково було проаналізовано рослинний покрив м. Житомир за допомогою супутникових знімків. За допомогою каналу Color Infrared (Vegetation) можна побачити реальну картину рослинного покриву (рис. 3.8). На знімку рослинність відображається у відтінках червоного кольору, а

міська забудова в зелено-блакитному. На зображенні чітко видно рослинність навколо міста та понад річкам, але також чітко видно, що в центрі міста червоного відтінку майже не має. Якщо порівняти два знімки, то є чітке підтвердження, що найбільш нагрітими поверхнями в місті є міські забудови та асфальтовані покриття.



**Рис. 3.8. Знімок супутника Landsat 8 за 23 серпня 2020 року, канал Color Infrared (Vegetation)**

Джерело: [40].

Таким чином, проведені нами дослідження засвідчують наявність острова тепла в м. Житомир, що проявляється як зміна різниць температур між міською та приміською зонами. Пов'язано це явище, у першу чергу, зі зміною характеристик підстилаючої поверхні в місті.

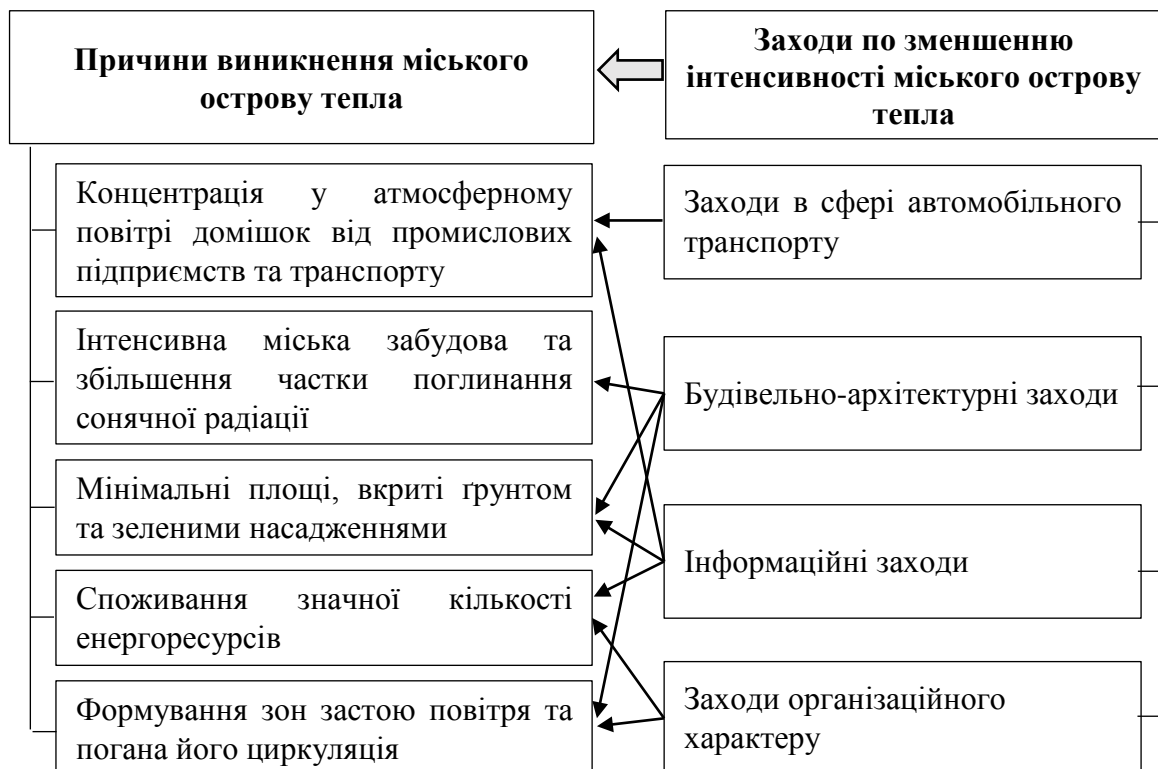
### **3.3. Заходи та рекомендації щодо зменшення острова тепла м. Житомир**

Кліматичні зміни та спричинені ними метеорологічні явища мають значний вплив на стан міської інфраструктури і якість життя населення.



Серед причин виникнення острова тепла у містах науковці виокремлюють чинники, пов'язані із: особливостями міської забудови (наявність великих площ штучних поверхонь та висотних будинків, що змінює накопичення тепла та циркуляцію повітря); інтенсивною господарською діяльністю людей (виробничі підприємства, транспорт та споживання енергетичних ресурсів); плануванням міст (зменшення зелених та блакитних зон) [41].

Тому виникає необхідність у врахуванні кліматичних чинників у процесі планування розвитку міст та розробці профільних програм. Наявність острова тепла у м. Житомир доведено у попередній частині дослідження. З метою зменшення явища острова тепла в м. Житомир та адаптації його до змін клімату доцільно впроваджувати будівельно-архітектурні, інформаційні, організаційні заходи та міроприємства у сфері автомобільного транспорту (рис. 3.9).



**Рис. 3.9.** Заходи по зменшенню інтенсивності міського острова тепла

Джерело: побудовано автором на основі [41].

**Заходи в сфері автомобільного транспорту.** Значну частину автомобілів в м. Житомир складають транспортні засоби, які працюють на двигунах внутрішнього згорання. Якщо не підтримувати їх в належному стані, вони використовують більше палива, а отже більше шкідливих речовин та тепла потрапляє в навколишнє середовище.

Місто Житомир не дуже велике містечко, але одна з його переваг – це громадський транспорт який працює на електроенергії, а саме тролейбуси та трамваї. Потрібно заохотити мешканців більше користуватись громадським транспортом, а не особистими автомобілями. Для цього необхідно оновити парк тролейбусів та трамваїв, а також випустити на маршрут більшу кількість транспорту.

Необхідно застосувати ефективний транспортний менеджмент для зменшення заторів, це дасть змогу скоротити кількість викидів забруднюючих речовин та тепла від автотранспорту. Також необхідно прийняти міри для зменшення заторів по вул. Хлібна, в дні роботи базару. Декілька варіантів для вирішення проблеми:

- пустити маршрутні транспортні засоби в об'їзд через вул. Князів Острозьких;
- встановити світлофор на перехресті вул. Хлібна – вул. Гоголівська;
- заборонити рух легкового автомобільного транспорту по вул. Житній Базар з 7:00 по 17:00 в дні роботи базару.

**Будівельно-архітектурні заходи.** Потрібно використовувати для покриття фасадів та дахів матеріали які мають більше альbedo. Відомо, що світлі кольори добре відбивають сонячну радіацію, тому навіть просте фарбування дахів та стін дасть змогу знизити нагрівання поверхонь.

Для будування стоянок та тротуарів потрібно використовувати матеріали які менше нагріваються. Це може бути таж сама бруківка, але пориста з місцем для трави. Такі тротуари та стоянки будуть давати відразу декілька переваг: по-перше такі поверхні будуть менше нагріватись чим

звичайні; по-друге через отвори з травою буде відбуватись інфільтрація опадів, а також під час випаровування вологи буде здійснюватися часткове охолодження.

Необхідно створити як можна більше зелених зон в місті Житомир, так як тінь від дерев буде перешкоджати потраплянню сонячних променів на штучні поверхні такі як асфальт, будівлі та ін. та охолоджувати їх. Також позитивний вплив буде від створення газонів та клуб, що не тільки зменшить альбедо поверхонь, а й буде охолоджувати повітря за рахунок випаровування.

Також можна використати зелені дахи та стіни, але для організації таких будинків слід чітко дотримуватись будівельних норм, щоб волога не потрапила в приміщення та матеріали. Даний метод дасть не тільки зменшити теплове навантаження на місто, а й привернути увагу туристів до міста Житомир.

Будувати нові об'єкти таким чином, щоб створювалась природна циркуляція повітря (вентиляція) в середні приміщень та між будинками. При будівництві використовувати термоізоляцію будинків, що дасть змогу зменшити нагрівання в літку, та зберегти тепло взимку. Необхідно використовувати «блакитні зони міста» - всі водні об'єкти. Належним чином доглядати за р. Тетерівка та р. Кам'янка, фонтанами та створювати нові.

**Інформаційні заходи.** Для зменшення негативного впливу спекотної погоди на життя та здоров'я люди, потрібно розробити та ввести інформаційні системи оповіщення населення. Ціль таких систем сповістити всі верстви населення про підвищення температури та надати рекомендації, як краще перенести спеку.

Розробляючи інформаційну систему, слід врахувати той факт, що різні категорії населення користуються різними засобами масової інформації. А отже слід сповіщати через телебачення, радіо, інтернет, а також застосовувати смс-розсилки. Інформаційна система буде ефективною, тільки якщо буде налаштована злагоджена робота міської влади та підрозділів

Гідрометцентру. Також необхідно реалізувати інформаційну компанія, яка буде доносити до всіх верств населення, як необхідно вести себе під час спеки.

**Заходи організаційного характеру.** В місцях скупчення великої кількості людей, які належать до вразливих груп населення, створити комфортні умови для легко перенесення хвиль тепла. Мінімумально що можна зробити це облаштувати в таких місця затінені зони та встановити бювети та фонтанчики з питною водою.

Таким чином, запровадження запропонованих нами заходів та рекомендацій дозволить зменшити острів тепла та адаптувати м. Житомир до змін клімату, що позитивно позначиться на якості життя місцевої громади.

## ВИСНОВКИ

Проведено дослідження міського острову тепла м. Житомир, зокрема:

1. Систематизовано теоретичну інформацію та дослідження вітчизняних і зарубіжних науковців щодо міського острову тепла, що підтвердило наявність тісного взаємозв'язку між змінами клімату та даним метеорологічним явищем. Теоретично обґрунтовано, що на якість та комфорт життя людей у містах впливає наявність та інтенсивність острову тепла.

2. Встановлено, що проводити оцінку міського острову тепла можливо шляхом розрахунку різниці між середньою температурою повітря на метеостанції, що розташована у місті, та середньою температурою повітря на метеостанції, що розташована за містом або на незначній відстані від нього. Крім того, ефективним є використання супутникової інформації за різні часові періоди, що дозволяє отримати вичерпну інформацію про температурні показники всієї території міста та за його околицями. Для виконання завдань дослідження використано обидва методи.

3. Здійснено загальну характеристику температурного режиму м. Житомир, що дозволило підтвердити наявність тенденції зростання середньорічних температур, що потенційно здатне створити небезпеки для вразливих груп населення та погіршити якість життя решти мешканців міста.

4. Доведено наявність острову тепла в м. Житомир, що проявляється як зміна різниць температур між міською та приміською зонами. Пов'язано це явище, у першу чергу, зі зміною характеристик підстилаючої поверхні в місті.

5. Розроблено рекомендацій щодо зменшення острову тепла у м. Житомир, що умовно розподілено на чотири групи: організаційні, будівельно-архітектурні, інформаційні та заходи у сфері автомобільного транспорту.

## ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Результати оцінки острову тепла м. Житомир знайдуть своє практичне застосування у роботі органів місцевого самоврядування, зокрема Житомирської міської ради та її відділів, управлінь та комунальних підприємств, зокрема: Управління державного архітектурно-будівельного контролю, КП «Зеленбуд» тощо.

Вважаємо, що доцільно впровадити наступні заходи:

**1. У сфері автомобільного транспорту.** Застосувати ефективний транспортний менеджмент для зменшення заторів, що дасть змогу скоротити кількість викидів забруднюючих речовин та тепла від автотранспорту.

**2. Будівельно-архітектурні заходи.** Доцільно використовувати для покриття фасадів та дахів матеріали які мають більше альbedo. Для будування стоянок та тротуарів потрібно використовувати матеріали які менше нагріваються (наприклад, пориста бруківка з місцем для трави). Збільшення зелених зон в місті, використання зелених дахів та стін. Будувати нові об'єкти таким чином, щоб створювалась природна циркуляція повітря (вентиляція) в середні приміщень та між будинками. При будування використовувати термоізоляцію будинків, що дасть змогу зменшити нагрівання в літку, та зберегти тепло взимку.

**3. Інформаційні заходи.** Для зменшення негативного впливу спекотної погоди на життя та здоров'я люди, потрібно розробити та ввести інформаційні системи оповіщення населення.

**4. Заходи організаційного характеру.** В місцях скупчення великої кількості людей, які належать до вразливих груп населення, створити комфортні умови для легко перенесення хвиль тепла (наприклад, облаштувати в таких місця затінені зони та встановити бювети та фонтанчики з питною водою).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Glossary – Climate Change. Education Center – Arctic Climatology and Meteorology. NSIDC National Snow and Ice Data Center.; Glossary, in IPCC TAR WG1, 2001 URL : <https://nsidc.org/cryosphere/arctic-meteorology/index.html> (дата звернення: 05.11.2020).
2. The United Nations Framework Convention on Climate Change. UNITED NATIONS 1992 FCCC/INFORMAL/84 GE.05-62220 (E) 200705 25 p.
3. Climate Change URL : <https://www.un.org/en/sections/issues-depth/climate-change/> (дата звернення: 05.11.2020).
4. What is Climate Change? URL : <https://climate.nasa.gov/> (дата звернення: 05.11.2020).
5. Шевченко О. Оцінка вразливості до зміни клімату України. Київ. 2014 р. 60 с.
6. Города и изменение климата: направления стратегии. Глобальный доклад о населенных пунктах 2011 года. Программа ООН по населенным пунктам URL : <https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/Cities%20and%20Climate%20Change%20Global%20Report%20on%20Human%20Settlements%202011%20%20ABRIDGED%20%28RUSSIAN%29.pdf> (дата звернення: 05.11.2020).
7. Luke Howard, The climate of London, deduced from Meteorological observations, made at different places in the neighbourhood of the metropolis, 2 vol., London, 1818-20
8. Solecki, William D.; Rosenzweig, Cynthia; Parshall, Lily; Pope, Greg; Clark, Maria; Cox, Jennifer; Wiencke, Mary (2005). Mitigation of the heat island effect in urban New Jersey. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards 6 (1): 39–49.
9. United States. Environmental Protection Agency. Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies — Urban Heat Island Basics. By EPA. N.p.: n.p., n.d. Print

10. Li, Y.; Zhao, X. (2012). An empirical study of the impact of human activity on long-term temperature change in China: A perspective from energy consumption. *Journal of Geophysical Research* 117
11. Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility URL : [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5\\_Chapter12\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter12_FINAL.pdf) (дата звернення: 05.11.2020).
12. T. R. Oke (1982). The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 108
13. Urban heat island URL : <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/urban-heat-island/> (дата звернення: 05.11.2020).
14. Learn About Heat Islands URL : <https://www.epa.gov/heatislands/learn-about-heat-islands> (дата звернення: 05.11.2020).
15. Urban Heat Islands URL : <https://scied.ucar.edu/longcontent/urban-heat-islands> (дата звернення: 05.11.2020).
16. Research on Urban Heat-Island Effect URL : [https://www.researchgate.net/publication/312267830\\_Research\\_on\\_Urban\\_Heat-Island\\_Effect](https://www.researchgate.net/publication/312267830_Research_on_Urban_Heat-Island_Effect) (дата звернення: 05.11.2020).
17. Ningrum W. Urban Heat Island towards Urban Climate IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 118, Global Colloquium on GeoSciences and Engineering 201718–19 October 2017, Bandung, Indonesia
18. Shamshiri D. Pollution Characteristics of Particulate Matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>) and Constituent Carbonaceous Aerosols in a South Asian Future Megacity MDPI Applied Science, 2020
19. Heyes A., Neidell M., Saberian S. The Effect of Air Pollution on Investor Behavior: Evidence from the S&P 500.
20. Santos, Fabiane. Trees — the Natural Air Conditioners. Scientific Scribbles. The University of Melbourne, 23 Aug. 2013. Web. 27 Sept. 2013.



21. United States. NASA. Air Pollution Prevention Through Urban Heat Island Mitigation: An Update on the Urban Heat Island Pilot Project. By Virginia Gorsevski, Haider Taha, Dale Quattrochi, and Jeff Luvall. N.p.: n.p., n.d. Print.

22. Маринин И.Л., Енгальчева О.Р. Основные характеристики и пространственное распределение острова тепла в г. Одесса, Вісник Одеського державного екологічного університету, 2010, вип.10, С. 135-142.

23. Дистанційне зондування Землі як науковий напрям: історія та значення в сучасному світі URL : <http://www.nas.gov.ua/UA/Messages/news/Pages/View.aspx?MessageID=3392> (дата звернення: 05.11.2020).

24. Зацерковний В. І., Оберемок Н. В., Березіна П. О. Просторово-часовий аналіз «островів тепла» мегаполіса за супутниковими знімками LANDSAT Наукоємні технології № 1(37), 2018, С. 106-113

25. Що це таке – індекс NDVI? URL : <https://www.irlen.com.ua/ndvi-index> (дата звернення: 05.11.2020).

26. Вегетационные индексы NDVI, EVI, GNDVI, CVI, True color URL : <https://www.soft.farm/ru/blog/vegetacionnye-indeksy-ndvi-evi-gndvi-cvi-true-color-140> (дата звернення: 05.11.2020).

27. NDVI - теория и практика URL : <https://gis-lab.info/qa/ndvi.html> (дата звернення: 05.11.2020).

28. Баширова, Ч. Ф. Индекс NDVI для дистанционного мониторинга растительности / Ч. Ф. Баширова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 31 (269). — С. 30-31. — URL: <https://moluch.ru/archive/269/61895/> (дата звернення: 05.11.2020).

29. Мельничук Д.О., Мельничук С.Д., Войціцький В.М. та ін.: за ред. акад. Д.О. Мельничука. Аналітичні методи досліджень. Спектроскопічні методи аналізу: теоретичні основи і методики: навчальний посібник для підготовки студентів вищих навчальних закладів. К.: ЦП «Компринт», 2016. 289 с.

30. Основні показники соціального та економічного розвитку м. Житомира URL : <http://www.zt.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 05.11.2020).

31. Чисельність населення (за оцінкою) по містах обласного значення та районах на 1 жовтня 2020 року та середня чисельність у січні-вересні 2020 року URL: <http://www.zt.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 06.11.2020).

32. Концепція інтегрованого розвитку міста URL: <https://2030.zhitomir.ua/zhytomyr-2030/the-concept-of-integrated-urban-development/> (дата звернення: 06.11.2020).

33. Житомирщина у цифрах у 2013 році, Державна служба статистики України. Архів оригіналу за 6 липень 2015. Процитовано 16 червень 2015.

34. Український гідрометеорологічний центр URL: [https://meteo.gov.ua/ua/33325/climate/climate\\_stations/](https://meteo.gov.ua/ua/33325/climate/climate_stations/) (дата звернення: 06.11.2020).

35. Житомир URL: <https://meteopost.com/weather/climate-normals/zhytomir/> (дата звернення: 06.11.2020).

36. Climate Ambition Summit pledges more action URL: <https://public.wmo.int/en/media/news/climate-ambition-summit-pledges-more-action> (дата звернення: 06.11.2020).

37. Матвеев Л.Т., Матвеев Ю.Л. Формирование и особенности острова тепла в большом городе // Докл. РАН. – 2000. – Т. 370, № 2. – С. 249-252.

38. Зацерковний В. І., Оберемок Н. В., Березіна П. О. Просторово-часовий аналіз «островів тепла» мегаполіса Наукоємні технології № 1(37), 2018 С. 106-112

ЗА СУПУТНИКОВИМИ ЗНІМКАМИ LANDSAT URL: <https://meteopost.com/weather/climate-normals/zhytomir/> (дата звернення: 06.11.2020).

39. LAND VIEWER URL: <https://eos.com/landviewer/?tool-timelapse> (дата звернення: 06.11.2020).

40. Landsat 8 Color Infrared (Vegetation) URL: <https://eos.com/landviewer/?tool-timelapse> (дата звернення: 06.11.2020).

41. Город, архитектура, человек и климат / М. С. Мягков, Ю. Д. Губернский, Л. И. Конова, В. К. Лицкевич /под ред. к. т. н. М. С. Мягкова. — М. : «Архитектура-С», 2007.

42. Свинтак А.С., Ращенко А. В. Методи оцінки міських островів тепла. Тези XVI Всеукр. наукової on-line конф. здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнар. участю «Сучасні проблеми екології» 10 квіт. 2020 р. Житомир : Житомирська політехніка, 2020. С. 89

43. Свинтак А.С. Острови тепла та їх вплив на температурний режим міст. Тези II Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні екологічні проблеми урбанізованих територій» (25 жовтня 2019 р.). Житомир, 2019. С. 116-118

44. Свинтак А.С. Заходи та рекомендації щодо зменшення острову тепла та адаптації м. Житомир до змін клімату. «Магістерські читання – 2020» III конференція магістрів (Житомир, 2020 р.). С. 79-80.