

# **Оцінка вразливості Вінницької міської територіальної громади до зміни клімату**

**Автор:**

**Шевченко Ольга Григорівна – доктор географічних наук, професор кафедри метеорології та кліматології географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка**

**2023**

## Зміст

<b>Вступ</b>	<b>3</b>
<b>Розділ 1 Характеристика Вінницької міської територіальної громади</b>	<b>6</b>
<b>1.1 Клімат Вінницької міської територіальної громади та прояви зміни клімату у сучасний період</b>	<b>7</b>
<b>1.2 Проекції клімату для Вінницької міської територіальної громади до кінця XXI століття на основі RCP-сценаріїв</b>	<b>19</b>
<b>1.3 Водні об'єкти</b>	<b>26</b>
<b>1.4 Населення</b>	<b>27</b>
<b>1.5 Промисловість та підприємництво</b>	<b>28</b>
<b>1.6 Аграрний сектор</b>	<b>29</b>
<b>1.7 Транспорт</b>	<b>29</b>
<b>1.8 Зелені зони</b>	<b>31</b>
<b>1.9 Енергетика та теплопостачання</b>	<b>33</b>
<b>1.10 Забруднення атмосферного повітря</b>	<b>35</b>
<b>1.11 Охорона здоров'я</b>	<b>36</b>
<b>1.12 Водопостачання та водовідведення</b>	<b>37</b>
<b>1.13 Зливово каналізація</b>	<b>39</b>
<b>1.14 Підтоплення, прояв стихійних метеорологічних явищ та надзвичайних ситуацій</b>	<b>39</b>
<b>Розділ 2 Оцінка вразливості Вінницької міської територіальної громади до зміни клімату</b>	<b>41</b>
<b>2.1 Характеристика негативних наслідків зміни клімату</b>	<b>41</b>
<b>2.2 Методика оцінки вразливості до зміни клімату</b>	<b>44</b>
<b>2.3 Результати оцінки вразливості Вінницької міської територіальної громади до зміни клімату</b>	<b>45</b>
<b>Розділ 3 Пропоновані заходи адаптації Вінницької міської територіальної громади за результатами оцінки вразливості до зміни клімату</b>	<b>49</b>
<b>Перелік використаних джерел</b>	<b>61</b>
<b>Додатки</b>	<b>63</b>

## Вступ

Зміна клімату, яку тривалий час ігнорували та намагалися не визнавати її існування, кілька десятиліть тому увійшла до переліку глобальних екологічних проблем. Детальні дослідження кліматичної зміни показали, що на початку ХХІ ст. масштаби її прояву сягнули такого рівня, що перетворилися на потужний чинник впливу не лише на окремі галузі господарства чи економіки окремих країн, але й на глобальні економічні процеси, на соціально-економічний розвиток суспільства, продовольчу та енергетичну безпеку. Одним із проявів кліматичної зміни є збільшення в багатьох регіонах мінливості та екстремальності клімату. Небезпечні явища, що спостерігаються протягом кількох останніх десятиліть, виявилися більш інтенсивними і руйнівними, ніж будь-коли раніше. Статистичні дані свідчать про зростання збитків від небезпечних погодних і кліматичних явищ в усьому світі. Близько 90% найтяжчих економічних втрат припадає не на такі явища природи, як виверження вулканів, цунамі і землетруси, а – на паводки, повені, сильний вітер, зливові дощі, град, посухи, і т.д. (*Munich RE, 2016*).

Кліматичні зміни можуть спричинити прямі (фізичні) ризики (підтоплення, аномальна спека, тощо) та непрямі наслідки, що проявляються у порушенні нормального функціонування окремих систем населених пунктів та складнощах у наданні базових послуг населенню (водопостачанні, міському транспорті, енергозабезпеченні тощо). Зміна клімату впливає на матеріальну інфраструктуру населених пунктів – будівлі, дороги, каналізаційні та енергетичні системи, а це, своєю чергою, на спосіб життя його мешканців та їхній достаток. Суттєве руйнування житлового та адміністративного фонду будівель може відбуватися у випадку зростання кількості стихійних лих та катастроф, що пов'язані зі зміною клімату.

Високі температури також можуть впливати не лише на мешканців населених пунктів, але й на інфраструктуру – сприяти руйнуванню дорожнього покриття, спричинювати часті ремонти доріг, таким чином порушуючи нормальну роботу громадського транспорту. Крім того, в умовах зростання температури повітря в теплий період року зростає споживання електроенергії для кондиціонування приміщень, таким чином відбувається суттєве зростання навантаження на енергосистему населених пунктів, особливо великих міст.

Як зростання частоти та інтенсивності прояву екстремальних кліматичних явищ, так і тривалі зміни підвищують вразливість економічних активів та, відповідно, вартість ведення бізнесу. Зміна клімату вплине на широкий спектр видів економічної діяльності – торгівлю, виробництво окремих товарів, туризм, страхові послуги тощо. І таким чином, відіб'ється на матеріальному становищі широких мас населення. Добре відомо, що населення з низьким рівнем прибутків є вразливішим до зміни клімату (не має житла належної якості, має менші можливості до адаптації, гірший рівень

медичного обслуговування тощо), крім того, ця категорія населення, як правило, є численнішою.

Вразливість – це схильність системи до несприятливого впливу зміни клімату (IPCC, 2012). У формуванні вразливості до певного негативного наслідку важливу роль відіграють економічні, соціальні та інші чинники. Вразливість визначають як функцію двох складових: фізичних характеристик зміни клімату та внутрішньохарактерних для соціальних систем чутливості та адаптаційного потенціалу.

Різні рівні вразливості призводять до різного роду збитків та втрат за аналогічних умов впливу фізичних чинників. Також варто відмітити, що вразливість території до певного негативного наслідку зміни клімату може змінюватися з часом. Це може відбуватися завдяки реалізації цільових превентивних програм, спрямованих на підвищення стійкості території або зміні економічних, соціальних та інших умов, що впливають на вразливість.

Зміна клімату може спричинити найрізноманітніші наслідки для людських поселень. Аналіз досліджень, присвячених цій тематиці свідчить, що найбільш поширеними негативними наслідками зміни клімату у населених пунктах є: тепловий стрес, підтоплення, зменшення площ та порушення видового складу зелених зон, прояв стихійних метеорологічних явищ, зменшення кількості та погіршення якості питної води, зростання кількості інфекційних захворювань та алергійних проявів, порушення нормального функціонування енергетичних систем (Шевченко та ін., 2014).

Щоб компенсувати потенційні збитки від проявів зміни клімату необхідні відповідні заходи з адаптації. Адаптація дозволяє знизити рівень шкідливості чинника, використати всі існуючі для цього можливості і також передбачає розробку відповідних стратегій реагування. Основна мета адаптації – пом'якшення негативного впливу кліматичних змін на галузі економіки і здоров'я населення та використання можливих позитивних наслідків глобального потепління. Адаптація може бути дуже рентабельною: згідно з оцінками Національного інституту будівельних наук США, кожен долар, інвестований у розвиток стійкості та зменшення ризиків стихійних лих (тобто – в адаптацію), заощаджує 4 долари США на реагування на катастрофи та їх відновлення (*Natural Hazard Mitigation Saves, 2005*). Проте для рентабельності адаптаційних заходів, їх провадженню має передувати ціла низка дій, що включають оцінку вразливості та вибір заходів адаптації, їх економічну оцінку.

Вінницька міська територіальна громада (МТГ), яка розташована в центральній частині України на території Вінницької області, вже зазнає помітного впливу зміни клімату і згідно проєкцій клімату, зростання температури та зміна значень основних метеорологічних величин відбуватимуться і в майбутньому, що посилить негативні наслідки зміни клімату на території громади та підвищить необхідність впровадження заходів з адаптації. Саме це визначає необхідність здійснення оцінки вразливості

Вінницької МТГ, результати якої можуть стати підґрунтям для розробки та впровадження заходів адаптації до зміни клімату.

Для здійснення оцінки вразливості Вінницької МТГ до зміни клімату використані дані, надані різними департаментами Вінницької міської ради. Аналіз клімату Вінницької територіальної громади базується на даних авіаційної метеорологічної станції Вінниця (49°22'пн.ш., 28°40'сх.д., 295 м над р.м.). Для побудови проєкцій клімату Вінницької МТГ були використані дані проєкту EURO-CORDEX (*EURO-CORDEX, 2021*) за двома сценаріями – RCP2.6 та RCP8.5 для трьох прогностичних періодів: короткострокового (2011–2040 рр.), середньострокового (2041–2070 рр.) та віддаленого (2071–2099 рр.).

## Розділ 1

### Характеристика Вінницької міської територіальної громади

Вінницька міська територіальна громада з адміністративним центром у місті Вінниці, розташована в центральній частині України на території Вінницької області. Вінницька МТГ була створена на початку 2020 р. і до її складу входить м. Вінниця та 8 сільських населених пунктів у складі 3 старостинських округів: Деснянський старостинський округ у складі села Десна, Вінницько-Хутірський старостинський округ у складі сіл Вінницькі Хутори, Писарівка, та Щітки та Стадницький старостинський округ у складі сіл Стадниця, Великі Крушлинці, Малі Крушлинці та Гавришівка (рис. 1). Села розташовані від міста Вінниця на північ, північний схід та південний схід. Села Вінницькі Хутори, Писарівка та Щітки є фактично інтегрованими у Вінницю, оскільки багато вінничан перетворили свої дачні будинки на постійне житло. На території с. Гавришівки розташований аеропорт «Вінниця», що є комунальним підприємством Вінницької міської ради. Приєднані до Вінниці громади мають якісне транспортне сполучення з містом, що забезпечує маятникову міграцію. Вінницька МТГ займає площу 255,45 км<sup>2</sup>, з них 1 884,9 га – займають ліси та 10 944,7 га – сільгоспугіддя (в тому числі 9 243,2 га – орні землі).

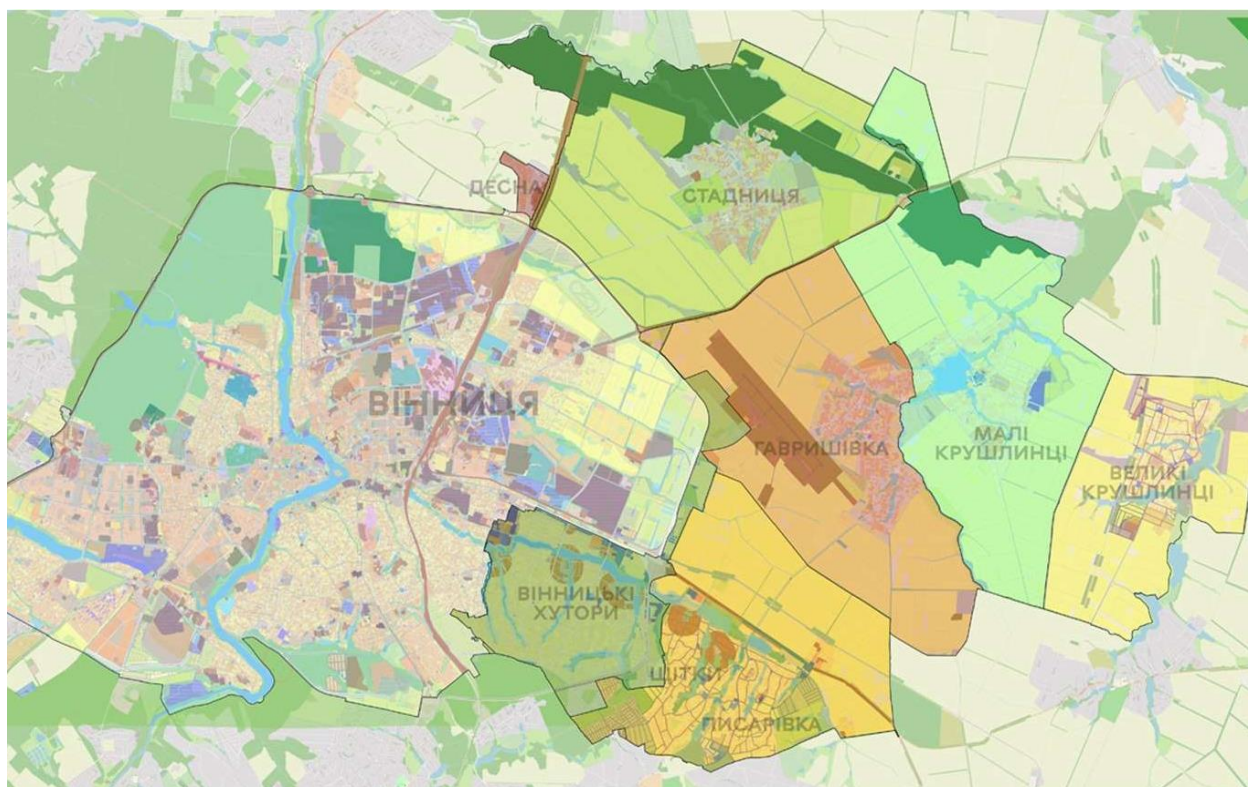


Рис. 1. Вінницька міська територіальна громада.

### **1.1 Клімат Вінницької міської територіальної громади та прояви зміни клімату у сучасний період**

Для оцінки клімату Вінницької територіальної громади були використані дані авіаційної метеорологічної станції Вінниця (49°22'пн.ш., 28°40'сх.д., 295 м над р.м.).

*Атмосферний тиск* у Вінницькій міській територіальній громаді на рівні станції у середньому становить 982.5 гПа. Особливості річного ходу тиску зумовлені сезонними змінами циркуляційних процесів. У холодний період року, коли посилена циркуляція атмосфери і надходять холодні повітря маси, тиск зростає і в середньому становить 982–986 гПа (рис. 2). У теплий період, коли циркуляція послаблюється і зростає роль термічного чинника, атмосфера прогрівається, густина повітря знижується і відповідно знижується й тиск (980–982 гПа).

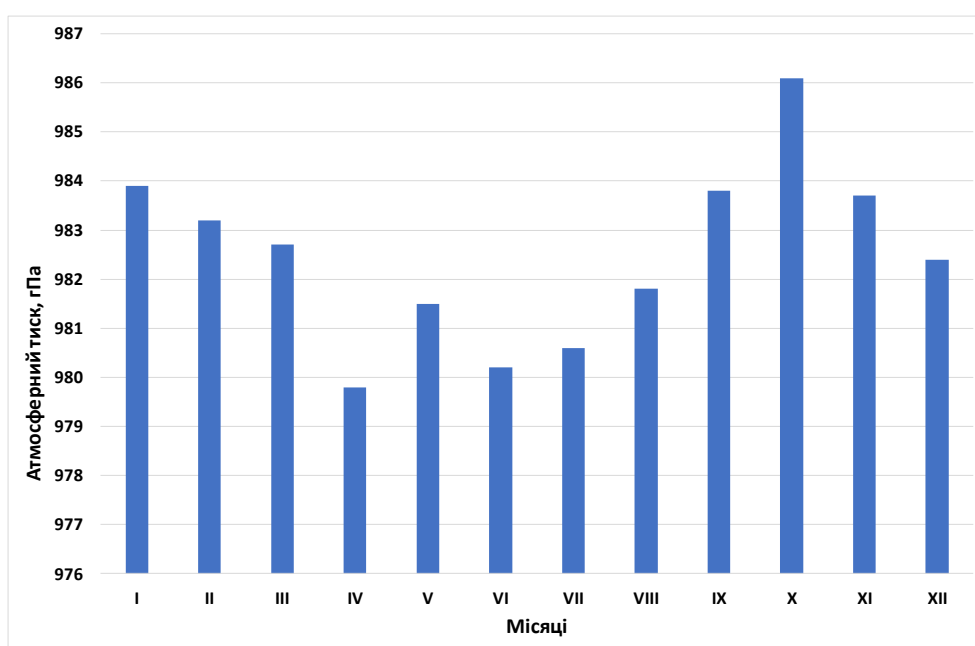


Рис. 2. Середні значення атмосферного тиску у Вінницькій МТГ на рівні станції (295 м).

Середня *швидкість вітру* на території Вінницької МТГ за період кліматичної норми (1961–1990 рр.) становила 3.3 м/с. Вищі значення (3.6–3.9 м/с) зафіксовані у холодний період року, а з травня по вересень швидкість вітру була дещо нижчою і знаходилася в межах 2.8–3.0 м/с (рис. 3). Варто відмітити, що в сучасний період (1991–2020 рр.) відбулося незначне підвищення швидкості вітру (на 0.3 м/с), при цьому вище описані закономірності особливості річного ходу цього показника залишилися без змін.

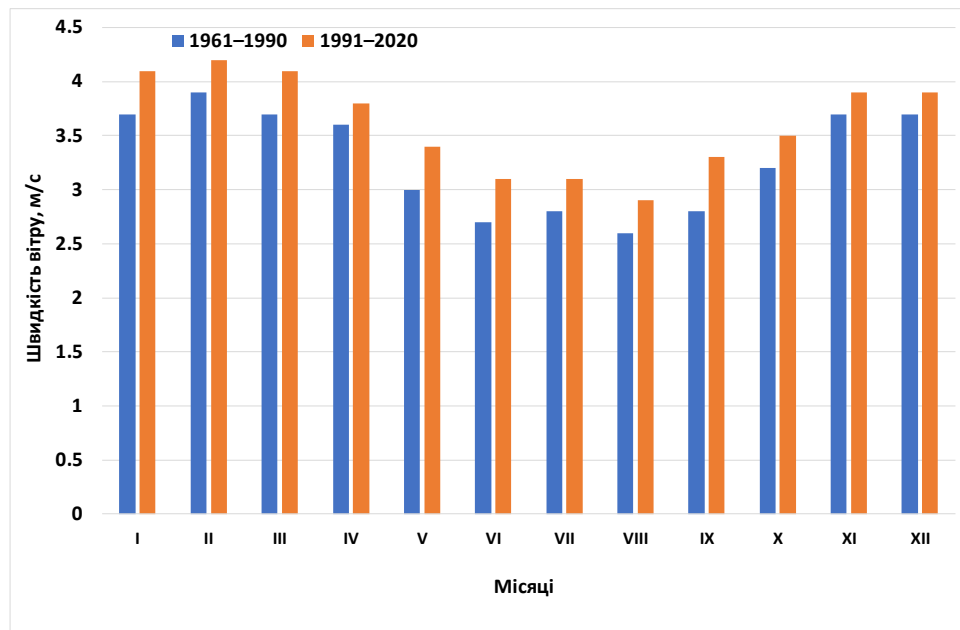


Рис. 3. Середня швидкість вітру у Вінницькій МТГ.

На території Вінницької МТГ найчастіше спостерігаються вітри північно-західного та західного напрямку, в середньому за рік їх повторюваність становить 16.4 та 16.0 % (табл. 1), відповідно. Проте, в різні місяці року переважаючий напрям вітру змінюється. В січні на території Вінницької МТГ переважає західний вітер, з лютого по травень – південний та південно-східний, влітку – північно-західний, а з вересня по грудень – західний і північно-західний.

Таблиця 1. Повторюваність напрямку вітру у Вінницькій МТГ

Місяць	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Штиль
I	11	6.5	9.2	13.9	15.4	12.8	17.8	13.4	11.9
II	10.9	9.7	12.6	16.8	14.8	8.7	13.6	12.9	10.5
III	8.4	8.8	16.8	15.1	15.3	11.8	12.9	10.9	12.6
IV	14.2	10.2	12.2	14.1	15.6	8.1	12.1	13.5	12.7
V	13.5	10.4	13.1	16.7	13.9	7.3	10.7	14.4	20.4
VI	13.6	8.9	8.6	9.5	12.8	9.5	17	20.1	20.5
VII	14.2	8.1	7.4	6.7	9.2	9.7	19.1	25.6	20.7
VIII	15.5	8.4	7.5	11.4	11	8.7	15.1	22.4	25.7
IX	9.9	5.7	7.1	12.7	13.1	12.3	21	18.2	21.1
X	7.6	6	8.6	13.9	17.8	14.2	15.7	16.2	16.4
XI	7.2	3.2	9.2	17.6	16.2	14.5	19.2	12.9	11.8
XII	9.2	5.1	6.7	13.5	16.7	15	17.8	16	9.9
Рік	11.3	7.6	9.9	13.5	14.3	11	16	16.4	16.2

На території Вінницької МТГ середня річна температура повітря за період кліматичної норми становила 7.1°C. Найнижча середня місячна температура повітря, і за період кліматичної норми (1961–1990 рр.), і в сучасний період (1991–2020 рр.) спостерігалася в січні. За період кліматичної норми середня температура січня за даними станції Вінниця становила -5.8°C. Саме в цьому

місяці на території України часто фіксується вторгнення арктичних холодних повітряних мас, формується стійкий сніговий покрив, який має високе альbedo і відповідно відбиває значну кількість сонячної радіації. Лютий також характеризується від'ємною (хоч і дещо вищою) температурою повітря – на території Вінницької МТГ вона становить  $-4.3^{\circ}\text{C}$ . Низька середня температура цього місяця спричинена тим, що вплив та роль кліматоутворюючих чинників у січні та лютому є дуже близькими. За рахунок зростання надходження сонячної радіації у березні відбувається зростання середньої місячної температури повітря. Це перший місяць року, коли середня температура є додатною і становить  $0.2^{\circ}\text{C}$ . Найбільш інтенсивне підвищення температури повітря в річному ході на території Вінницької МТГ (як і на більшій частині території України) відбувається між березнем та квітнем (на  $7.8^{\circ}\text{C}$ ) та між квітнем і травнем (на  $6.1^{\circ}\text{C}$ ). Воно спричинене зростанням надходження сонячної радіації за рахунок збільшення тривалості сонячного сяйва, зменшення хмарності і альbedo підстильної поверхні. У квітні середня місячна температура повітря у Вінницькій МТГ за період кліматичної норми становила  $8.0^{\circ}\text{C}$ . Цей місяць цікавий тим, що він є перехідним між зимовими та літніми умовами – все ще значна роль належить адвекції повітряних мас, проте посилюється прогрів повітря і зростає роль підстильної поверхні у формування термічного режиму міста. Середня місячна температура травня –  $14.1^{\circ}\text{C}$ . В цьому місяці переважає погода літнього типу – циклонічна діяльність помітно слабшає, зростає роль радіаційного чинника. Між травнем та червнем швидкість зростання температури повітря сповільнюється – різниця її значень між цими місяцями становить лише  $3.0^{\circ}\text{C}$ . Цей літній місяць характеризується найвищим рівнем інсоляції, проте оскільки у першій його половині ще бувають вторгнення холодних повітряних мас, то це сповільнює ріст температури. Найвищою температурою в річному ході у більшості випадків характеризується липень (хоча інколи – буває і серпень). Температура цього місяця на території Вінницької МТГ становить  $18.3^{\circ}\text{C}$ , в той час як середня серпнева температура лише на кілька десятків нижча і становить  $17.7^{\circ}\text{C}$ . До основних чинників, що призводять до нижчої температури серпня належать зменшення тривалості світлового дня та висоти Сонця. Проте, в окремі роки завдяки стійкій антициклональній погоді в серпні може спостерігатися значний прогрів повітря і температура залишається на рівні липневої або навіть зростає. З вересня на території Вінницької МТГ розпочинається інтенсивне зниження температури повітря – в цьому місяці вона становить  $13.4^{\circ}\text{C}$ . Варто зазначити, що у період з травня по вересень у Вінницькій МТГ можуть спостерігатися дні з максимальною температурою повітря понад  $30.0^{\circ}\text{C}$ . За період кліматичної норми в середньому за рік таких днів спостерігалось 6.7, з найвищою їх кількістю у липні та серпні. Між вереснем та жовтнем та між жовтнем і листопадом спостерігається суттєве зниження температури повітря – на  $5.8^{\circ}\text{C}$  та на  $5.7^{\circ}\text{C}$ , відповідно. Середня температура жовтня на території Вінницької МТГ становить  $7.6^{\circ}\text{C}$ , листопада –  $1.9^{\circ}\text{C}$ . В грудні (який є найтеплішим зимовим місяцем) температура

знижується до від'ємних значень і в середньому становить  $-2.5^{\circ}\text{C}$ . Температурний режим цього місяця переважно формується під впливом циркуляційних процесів (за рахунок адвекції повітряних мас).

Дослідження свідчать (Балабух і Лук'янець, 2015; Балабух, 2013; Хохлова та ін., 2016; Шевченко, 2021; Шевченко і Сніжко, 2019), що протягом останніх десятиліть клімат території України помітно змінюється. Найкраще простежуються ці зміни у відхиленнях значень температури від кліматичної норми та зміні значень різноманітних показників та частоти явищ, що з нею пов'язані (наприклад, зміщення кліматичних сезонів, зростання частоти тропічних ночей та випадків хвиль тепла, тощо). Закономірно, що кліматичні зміни не могли оминати й Вінницьку МТГ – де за останні 30 років (1991–2020 рр.) приземна температура повітря зросла на  $1.2^{\circ}\text{C}$ , порівняно з кліматичною нормою, а аномалії середньорічної температури в останні роки є високими і сягають  $2.8^{\circ}\text{C}$  (2019 р.)  $3.1^{\circ}\text{C}$  (2020 рр.) (рис. 4).

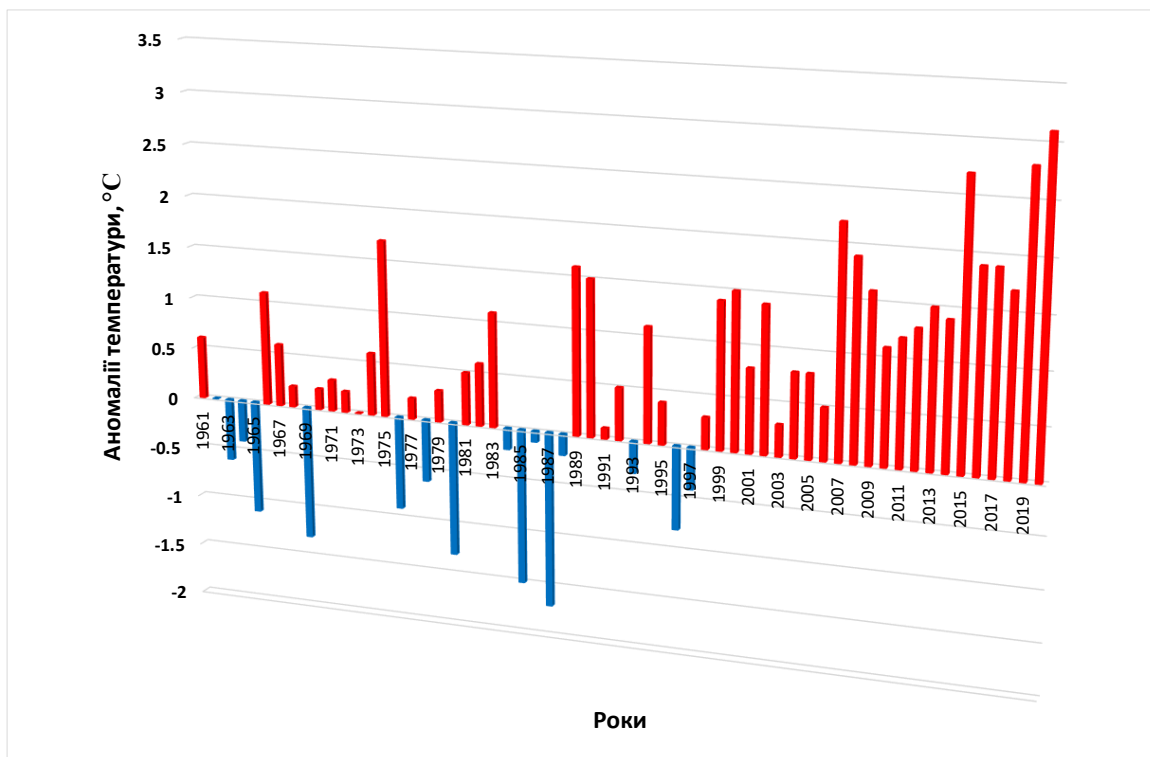


Рис. 4. Аномалії середньої річної температури повітря відносно кліматичної норми (1961–1990 рр.) у Вінницькій МТГ.

Хоча зростання температури повітря (як середньої, так і мінімальної та максимальної) відбулося в усі місяці та сезони, проте варто відмітити, що його інтенсивність суттєво відрізняється. Наприклад, середня температура повітря на території Вінницької МТГ найбільше зросла в січні (на  $2,0^{\circ}\text{C}$ ), а також – у липні, серпні та березні – на  $1.7^{\circ}\text{C}$  (табл. 2). Найменші зміни середньої температури зафіксовані – в грудні та жовтні (на  $0.2$  та  $0.5^{\circ}\text{C}$ , відповідно). Якщо аналізувати зміни за календарними сезонами, то зростання середньої температури є найсуттєвішим влітку і становить  $1.5^{\circ}\text{C}$ , а найменше змінилася температура повітря восени – зросла лише на  $0.6^{\circ}\text{C}$ .

Таблиця 2. Середня температура повітря у Вінницькій МТГ

Періоди / місяці	1961 - 1990 рр.	1991 – 2020 рр.	Різниця	Найвища середня місячна та річна температура повітря за 1961– 1990 рр.	Найвища середня місячна та річна температура повітря за 1991– 2020 рр	Найнижча середня місячна та річна температура повітря за 1961– 1990 рр	Найнижча середня місячна та річна температура повітря за 1991– 2020 рр.
<b>I</b>	-5.8	-3.8	2.0	0.2 (1975)	1.4 (2007)	-14.5 (1963)	-10.6 (1996)
<b>II</b>	-4.3	-2.7	1.6	2.0 (1990)	2.8 (2002)	-13.5 (1985)	-10.9 (2012)
<b>III</b>	0.2	1.9	1.7	6.1 (1990)	5.9 (2014)	-6.3 (1987)	-4.4 (1996)
<b>IV</b>	8	9.1	1.1	10.6 (1966)	13.2 (2018)	4.1 (1965)	4.6 (1997)
<b>V</b>	14.1	14.7	0.6	17.0 (1963)	18.5 (2003)	11.0 (1980)	11.6 (2020)
<b>VI</b>	17.1	18.2	1.1	21.7 (1964)	21.6 (2019)	14.5 (1984)	15.6 (1994)
<b>VII</b>	18.3	20.0	1.7	20.9 (1963)	22.5 (2012)	16.3 (1979, 1984)	16.9 (1993)
<b>VIII</b>	17.7	19.4	1.7	20.3 (1963)	22.3 (1992, 2010)	15.1 (1987)	16.8 (1993)
<b>IX</b>	13.4	14.1	0.7	16.1 (1975)	17.3 (2020)	11.0 (1977)	10.2 (1996)
<b>X</b>	7.6	8.1	0.5	11.4 (1966)	12.3 (2020)	5.0 (1976)	5.3 (2010)
<b>XI</b>	1.9	2.5	0.6	5.8 (1969)	7.6 (2010)	-3.2 (1988)	-4.9 (1993)
<b>XII</b>	-2.5	-2.3	0.2	1.5 (1982)	2.1 (2019)	-7.1 (1963)	-9.2 (2002)
<b>Рік</b>	7.1	8.3	1.2	8.8 (1975)	10.2 (2020)	5.4 (1987)	6.3 (1996)

Середня річна температура повітря в сучасний кліматичний період (1991–2020 рр. становить 8.3°C. Незважаючи на її зростання (яке було нерівномірним у різні місяці) загалом закономірності її річного ходу на території Вінницької МТГ залишилися без змін. Найхолоднішим місяцем (з температурою -3.8°C) є січень, найтеплішим – липень (20.0°C). Крім січня, ще два місяці на рік середня температура повітря є від’ємною – в лютому вона становить -2.7°C, у грудні – -2.3°C. Найбільше зростання температури в річному ході, як і за період кліматичної норми, фіксується між березнем та квітнем (на 7.2°C) та між квітнем і травнем (на 5.7°C), а найбільше зниження – між вереснем та жовтнем і між жовтнем та листопадом – на 5.9°C та на 5.7°C, відповідно.

Також відбулися зміни значень середньої максимальної та середньої мінімальної температури повітря (табл. 3). Середня мінімальна температура у

сучасний період зросла в усі місяці порівняно з її значеннями за період кліматичної норми. Найбільші відмінності зафіксовані у січні – середня мінімальна температура повітря в цьому місяці зросла з  $-8.8^{\circ}\text{C}$  в 1961–1990 рр. до  $-6.2^{\circ}\text{C}$  – у 1991–2020 рр. Найменші зміни значень цього показника відмічаються у травні та з вересня по грудень (в межах  $0.5\text{--}0.6^{\circ}\text{C}$ ). Середня максимальна температура повітря на території Вінницької МТГ підвищилася в усі місяці (за винятком грудня). Найбільше зростання зафіксовано у березні на  $1.9^{\circ}\text{C}$  (з  $4.1^{\circ}\text{C}$  за період кліматичної норми до  $6.0^{\circ}\text{C}$  у сучасний період).

Таблиця 3. Середня максимальна та середня мінімальна температура повітря у Вінницькій МТГ

Максимум температури повітря ( $^{\circ}\text{C}$ )												
Роки/місяці	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1961–1990 рр.	-2.6	-1.1	4.1	13.2	20	22.8	24.1	23.6	19.3	12.5	5	0.1
1991–2020 рр.	-1.4	0.2	6	14.3	20.1	23.6	25.6	25.2	19.4	12.7	5.4	0
Різниця	1.2	1.3	1.9	1.1	0.1	0.8	1.5	1.6	0.1	0.2	0.4	-0.1
Мінімум температури повітря ( $^{\circ}\text{C}$ )												
1961–1990 рр.	-8.8	-7.2	-3	3.5	8.8	11.9	13.3	12.5	8.7	3.8	-0.6	-5
1991–2020 рр.	-6.2	-5.4	-1.6	4.3	9.3	13.1	14.8	13.9	9.3	4.3	0	-4.5
Різниця	2.6	1.8	1.4	0.8	0.5	1.2	1.5	1.4	0.6	0.5	0.6	0.5

Приземна температура в містах, як правило, є вищою, ніж в сільській місцевості на  $1\text{--}10^{\circ}\text{C}$ . Це прояв характерного метеорологічного явища ХХ–ХХІ сторіч – так званого острова тепла. Міський острів тепла – температурна аномалія, найчастіше над центральною частиною міста, що характеризується підвищеною порівняно з периферією температурою повітря. Формування острова тепла відбувається за рахунок того, що матеріали, якими складена поверхня міста, мають значення альбедо нижчі, ніж природні (трав'яний газон або оголений ґрунт) і нагріваються сильніше. Крім того, природні процеси ще більше спотворюються в умовах міста завдяки малому випаруванню, адже, в сільській місцевості вранці сонячна енергія витрачається на випаровування роси, процес гутації у рослин, а у місті ж вона безпосередньо поглинається будинками та асфальтом. Острів тепла не є стаціонарним. Оптимальними умовами для його розвитку є ясна безхмарна погода. У великих містах спостерігаються острови тепла, а у невеликих населених пунктах можуть спостерігатися локальні осередки тепла над великими заасфальтованими площами або іншими територіями. Небезпека існування островів або осередків тепла у літні місяці полягає в тому що вони можуть посилювати спеку і сприяти розвитку теплового стресу у населення. Виділяють поверхневі острови тепла (*Surface Urban Heat Island* – англ.), які проявляються у відмінностях температури підстильної поверхні, та острови тепла, які спостерігаються в атмосфері – відповідно їх можна ідентифікувати за відмінностями температури повітря. Аналіз температури підстильної поверхні свідчить про існування поверхневого острова тепла у Вінниці

(рис. 5), який, як і слід було очікувати, характеризується вищою інтенсивністю влітку та в денні години.

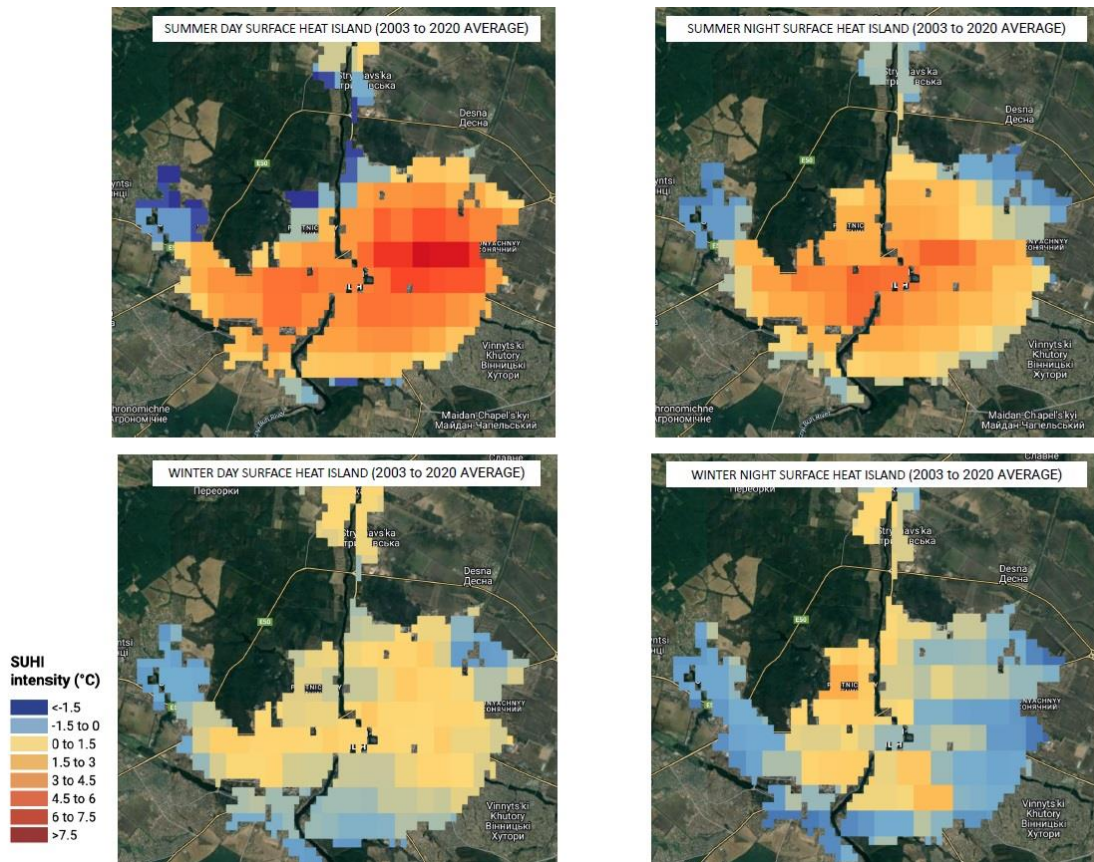


Рис. 5. Поверхневий острів тепла у м. Вінниці (за матеріалами бази даних Chakraborty and Lee, 2019).

*Хвиля тепла* – це атмосферне явище, що проявляється у вигляді аномально теплої погоди, яка зберігається протягом певного періоду і охоплює значні території. Хвилі тепла в останні роки привертають до себе все більше уваги вчених всього світу. Для цього є як мінімум кілька серйозних причин – зростання повторюваності цього явища по всьому світу і в Україні в останні десятиріччя, негативний вплив на здоров'я людей, підвищення ризику виникнення лісових пожеж, зниження урожайності сільськогосподарських культур, формування чи посилення посух, підвищення рівня забруднення атмосферного повітря у містах, тощо.

На території Вінницької МТГ в сучасний період кількість випадків хвиль тепла суттєво зросла, порівняно з періодом кліматичної норми. За 1961–1990 р. в літні місяці кількість випадків цього атмосферного явища становила 7, а за 1991–2019 рр. вона зросла більш ніж вдвічі – до 16 випадків (рис. 6). Майже вдвічі збільшилася в сучасний період кількість днів з хвилями тепла: за період кліматичної норми цей показник становив 54 днів, а в сучасний період – 104.

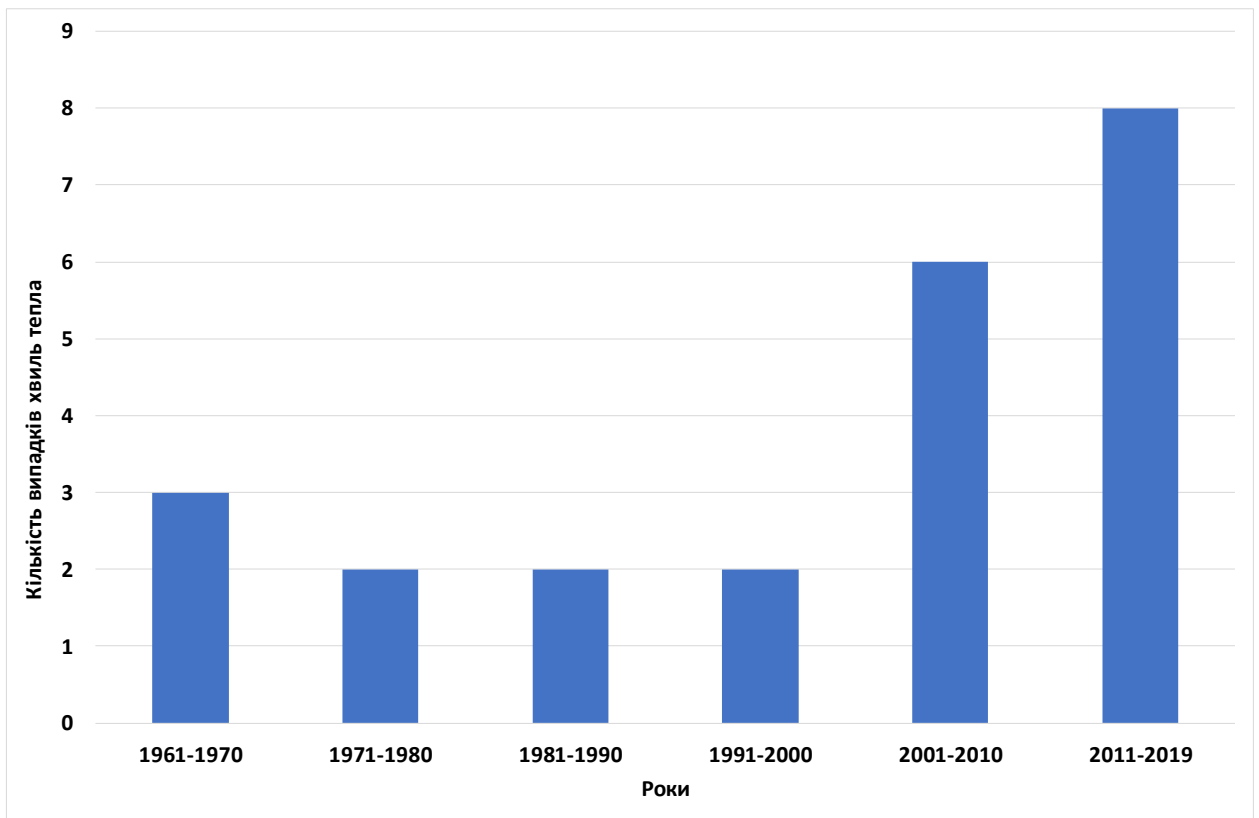


Рис. 6. Кількість випадків хвиль тепла у Вінницькій МТГ за період 1961–2019 рр.

На території Вінницької МТГ найбільша кількість хмар спостерігається у холодний період року, зокрема, у листопаді та грудні – загальна хмарність становить 7.9 та 8.2 бали, відповідно (рис. 7). При цьому вклад нижньої хмарності становить понад 80%. Найменша кількість хмар у річному ході на території Вінницької МТГ спостерігається у серпні та вересні і становить відповідно 5.1 та 5.3 бали, внесок нижньої хмарності ледь перевищує 50 %.

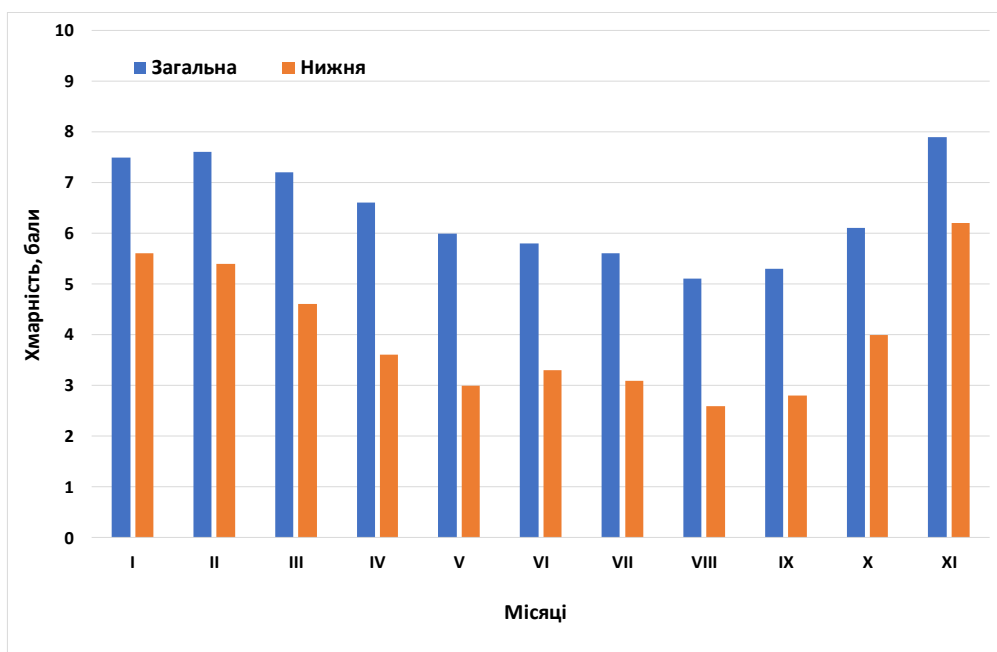


Рис. 7. Кількість (бали) загальної та нижньої хмарності у Вінницькій МТГ.

Річний хід відносної вологості у приземному шарі завжди протилежний ходу температури – зі зниженням температури відносна вологість зростає, а з підвищенням – зменшується (рис. 8).



Рис. 8. Річний хід відносної вологості (%) та температури повітря (°C) у Вінницькій МТГ за 1991–2020 рр.

Найвищих значень середня місячна відносна вологість досягає у листопаді і у зимові місяці (83–88 %) (табл. 4), що пов'язано з тим, що у холодний період року на території України фіксується значна повторюваність циклонічних вторгнень, а також радіаційного вихолоджування повітря в антициклонах. Навесні зростає мінливість відносної вологості і на фоні зростання температури повітря, відбувається зниження середніх її значень. Від березня до квітня відбувається зниження відносної вологості на 10 % (з 78% по 68 %). У квітні вже починають проявлятися риси літнього розподілу відносної вологості. У травні середнє місячне значення відносної вологості ще знижується і становить 66 %. Таким чином, квітень і травень є місяцями з найнижчими значеннями цього показника в річному ході. У літні місяці відносна вологість дещо зростає і знаходиться в межах 71–72 %. З настанням осені відбувається подальше зростання її значень.

Таблиця 4. Середні місячні значення відносної вологості (%) у Вінницькій МТГ

Місяці	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
1961–1990	85	84	80	70	66	71	74	73	75	80	86	88	78
1991–2020	85	83	78	68	66	72	72	71	76	80	86	88	77
Різниця	1	-1	-2	-2	0	1	-2	-2	1	0	0	1	-1

Середньорічне значення відносної вологості повітря на території Вінницької МТГ за період 1991–2020 рр. становило 77 %, що на 1 % нижче від значення цього показника за кліматичну норму. Середньомісячні значення відносної вологості в сучасний період змінилися несуттєво – максимальні різниці сягають 2 % (рис. 9).

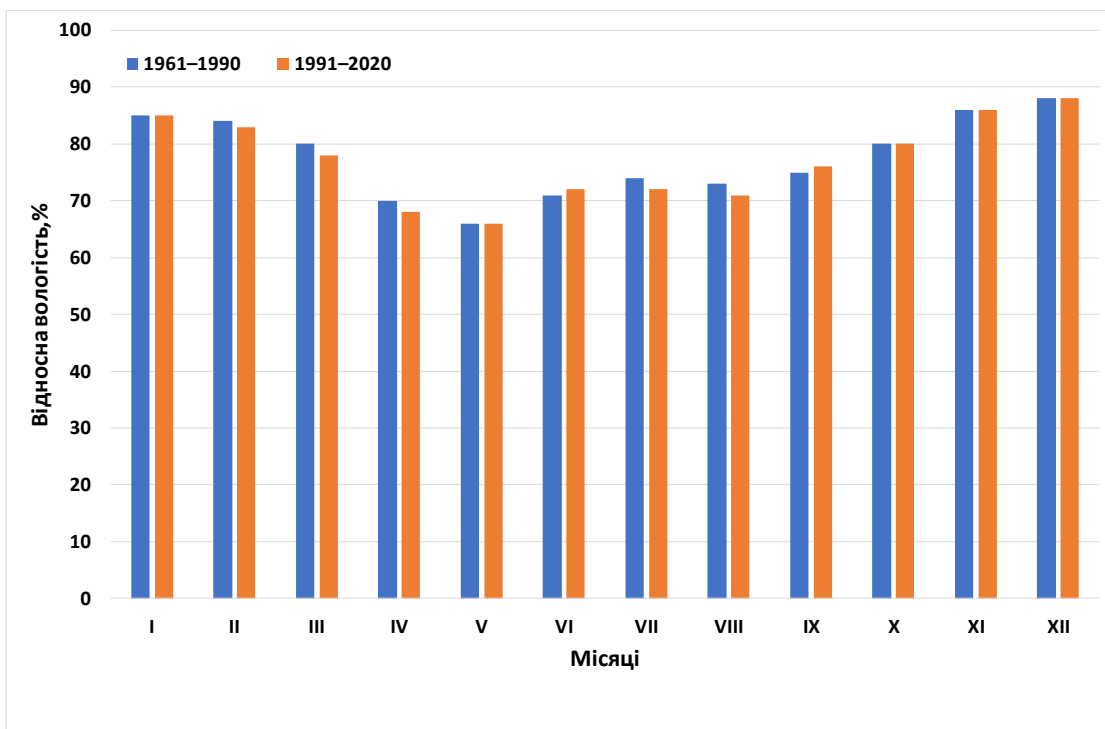


Рис. 9. Середні місячні значення відносної вологості у Вінницькій МТГ.

Територія Вінницької МТГ належить до зони достатнього зволоження. Впродовж року опади на цій території переважно визначаються циклонічною діяльністю. Для Вінницької МТГ характерним є континентальний тип річного ходу кількості опадів з максимумом у літні місяці. За період кліматичної норми середня річна кількість опадів становила 637 мм, за літні місяці – 247 мм, що вдвічі більше, ніж взимку або восени – в ці сезони випадає по 122 мм опадів (табл. 5). Навесні кількість опадів дещо вища і становить 146 мм. В річному ході найвища кількість опадів фіксується в червні (87 мм) та липні (92 мм) (рис. 10).

Таблиця 5. Середня місячна та річна кількість опадів (мм) у Вінницькій МТГ

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
1961–1990	40	38	35	49	63	87	92	68	46	34	42	44	637
1991–2020	28	30	32	40	51	87	74	56	62	33	36	35	564
Різниця	-11	-8	-3	-9	-11	0	-18	-12	16	0	-6	-9	-72

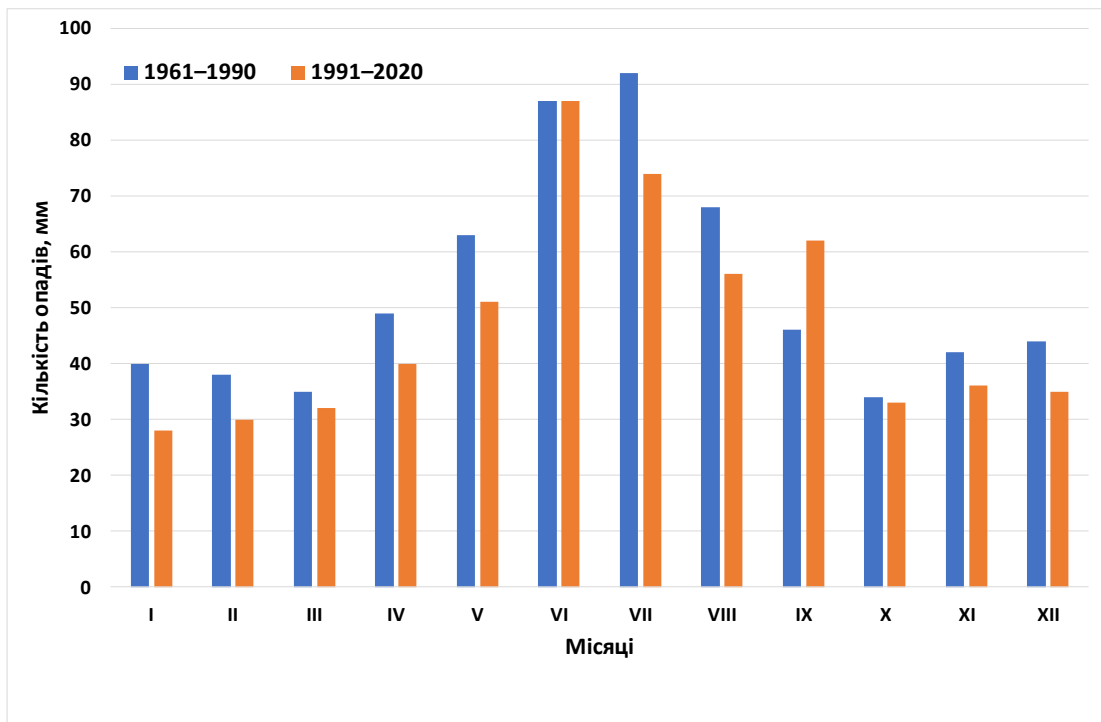


Рис. 10. Середня місячна кількість опадів у Вінницькій МТГ.

На території Вінницької МТГ в сучасний період, порівняно з кліматичною нормою, середня річна кількість опадів зменшилася на 72 мм (приблизно на 13 %) і становить 564 мм. Варто відмітити, що найменша річна кількість опадів у сучасний період була зафіксована у 2015 р. і становила 369 мм, в той час як за період кліматичної норми найменша річна кількість опадів – 452 мм (у 1986 р.); найбільша річна кількість опадів за 1991–2020 рр. – 714 мм. у 2010 р., за період кліматичної норми – 859 мм. у 1980 р. При цьому, зміни кількості опадів є нерівномірними в річному ході – в липні, який характеризувався найбільшою кількістю опадів за період кліматичної норми, відбулося зменшення на 18 мм, в той час як у червні та жовтні кількість опадів лишилася без змін, а у вересні – навіть зросла на 16 мм. Таким чином, кількість опадів скоротилася в усі сезони року (при цьому найсуттєвіше взимку – майже на 32 %), але зросла восени – майже на 13 % (рис. 11).

Щодо річного ходу кількості опадів у сучасний період, то деякі закономірності лишилися без змін – наприклад, те, що максимум кількості опадів на території Вінницької МТГ і нині спостерігається у літні місяці, як і має бути згідно континентального типу опадів. При цьому сума опадів за літо становить 217 мм, що більш ніж удвічі перевищує цей показник за зиму – 93 мм. Проте, річний максимум кількості опадів змістився з липня (як це було за період кліматичної норми) на червень – середня кількість опадів за 1991–2020 рр. у червні становить 87 мм, а в липні вона знизилася до 74 мм.

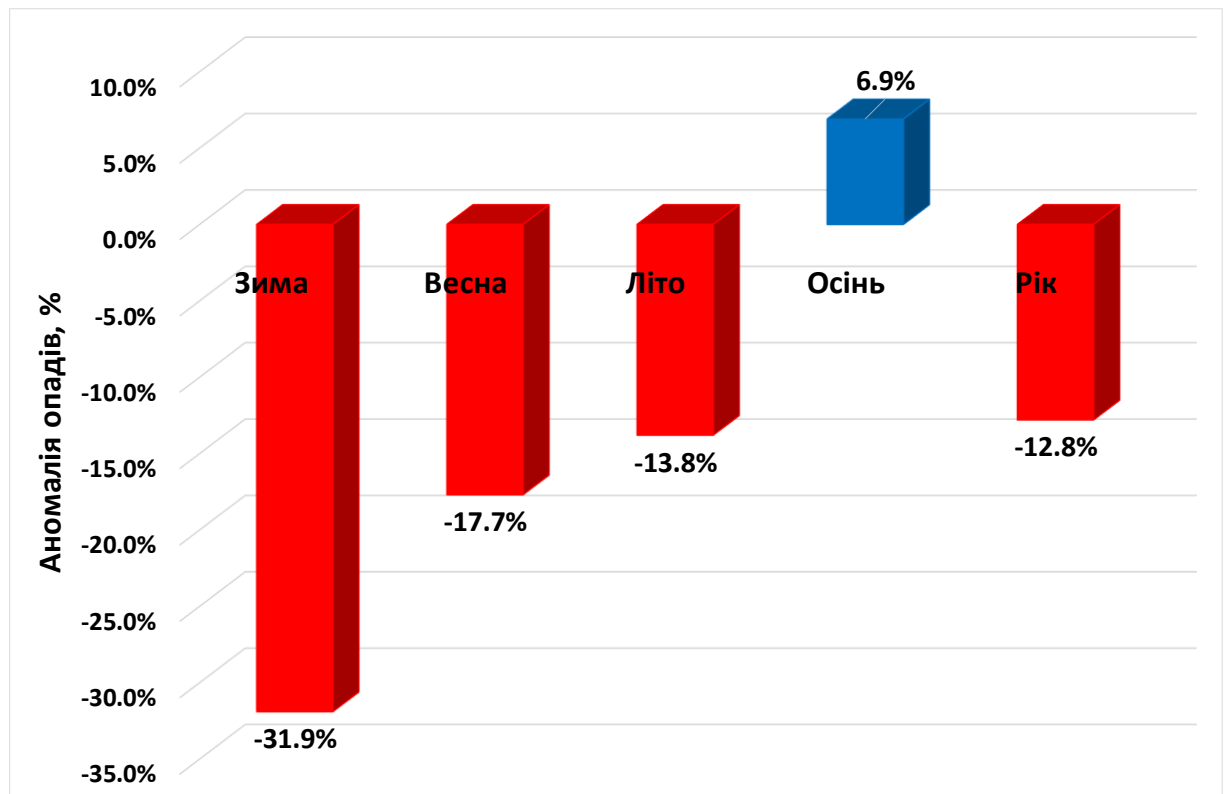


Рис. 11. Перерозподіл опадів по сезонах за 1991–2020 рр. порівняно з кліматичною нормою у Вінницькій МТГ.

Варто відмітити, що перерозподіл кількості опадів по сезонах відбувається не лише на території Вінницької МТГ – у багатьох дослідженнях зміни клімату в Україні відмічаються аналогічні тенденції. Крім того, фіксується також зменшення кількості днів з опадами та зростання частоти випадків, коли в теплий період за короткий час випадає аномальна кількість опадів, що призводить до підтоплень, руйнувань та інших негативних наслідків.

На території Вінницької МТГ може спостерігатися низка *атмосферних явищ*. Наприклад, щороку в середньому спостерігається 58 днів з туманом, з яких 13 днів – у теплий період (квітень–вересень), а 45 – у холодний. Тривалість туманів за рік становить 389 годин, середня тривалість туману в день з туманом – 6.7 год, при цьому в теплий період – лише 3.5 год. Кількість днів з інієм в середньому за рік становить 52.9, з росою – 117.5, а з хуртовиною – 10.5. Пилові бурі на території Вінницької МТГ фіксуються не часто – в середньому за рік 0.2 дня. Така ж сама повторюваність шквалів, які являють собою раптове різке посилення вітру на 8 м/с і більше за короткий проміжок часу (не більше 2 хв). Швидкість вітру під час шквалу нерідко перевищує 25 м/с. Щорічно на території Вінницької МТГ спостерігається 26 днів з грозою і в середньому лише 0.8 дня з градом.

## **1.2 Проекції клімату для Вінницької міської територіальної громади до кінця XXI століття на основі RCP-сценаріїв**

Для отримання прогнозів еволюції клімату, моделі клімату використовують інформацію, описану в сценаріях викидів парникових газів та викидів забруднювальних речовин в атмосферу і моделей землекористування. Сценарії створюються з використанням різноманітних підходів, від простих ідеалізованих експериментів до інтегральних оціночних моделей. Основними чинниками, що зумовлюють зміни антропогенних викидів парникових газів, є економічний і демографічний розвиток, спосіб життя та зміни у поведінці, пов'язані зі змінами споживання енергії та землекористування, технологіями та кліматичною політикою, що досі невизначені. Набір сценаріїв, прийнятих у 2014 році і опублікованих у П'ятій оціночній доповіді Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (AR5), мають назву Репрезентативних Траєкторій Концентрацій (Representative Concentration Pathways – RCPs). Вони замінюють проекти Спеціального звіту і описують чотири можливі варіанти викидів та концентрацій в атмосфері парникових газів, викидів забруднювальних речовин в атмосферу та особливостей землекористування в XXI столітті. Визначено наступні чотири репрезентативні траєкторії концентрацій парникових газів в атмосфері: RCP2.6, RCP4.5, RCP6, та RCP8.5, що названі за можливою величиною радіаційного форсингу у 2100 р. порівняно зі значеннями в доіндустріальний період (+2.6, +4.5, +6.0 та +8.5 Вт/м<sup>2</sup>).

Кожна з цих траєкторій побудована з урахуванням широкого спектру наукових та соціально-економічних даних (зростання ВВП, населення, землекористування, зміни в енергетичному секторі, зростання емісії парникових газів).

Дані траєкторій передбачають наступне:

RCP8.5 – швидке зростання концентрацій CO<sub>2</sub>, передбачається, що викиди продовжуватимуть зростати протягом XXI століття і у 2100 р. досягнуть величини 940 ppm;

RCP6.0 – менші емісії парникових газів, концентрація CO<sub>2</sub> зростає не так швидко як у випадку RCP8.5; згідно траєкторії RCP 6.0, пік викидів припаде близько 2080 року, потім вони почнуть знижуватися і у 2100 р. концентрація CO<sub>2</sub> сягне значення 660 ppm;

RCP4.5 – концентрація CO<sub>2</sub> зростає повільніше, ніж у випадку RCP6.0, пік емісії настає раніше (2040 р.), а в 2100 р. концентрація CO<sub>2</sub> досягає 540 ppm;

RCP2.6 – найамбіційніший сценарій з найранішим піком емісії – близько 2020 р., що враховує заходи з пом'якшення глобального потепління (рис. 12).

Таким чином, набір сценаріїв включає сценарій пом'якшення наслідків потепління (RCP2.6), два проміжних сценарії (RCP4.5 та RCP6.0) та один сценарій із дуже високими концентраціями парникових газів, і відповідно найбільш вираженими наслідками (RCP8.5). Даний сценарій вважається найнебезпечнішим серед інших.

Для побудови проєкцій клімату Вінницької МТГ були використані дані моделі МОНС-NadGEM2-ES проєкту EURO-CORDEX (*EURO-CORDEX*,

2021) за двома сценаріями – RCP2.6 та RCP8.5. Проекції основних метеорологічних величин для Вінницької МТГ представлені для трьох прогнозних періодів: короткострокового (2011–2040 рр.), середньострокового (2041–2070 рр.) та віддаленого (2071–2099 рр.).

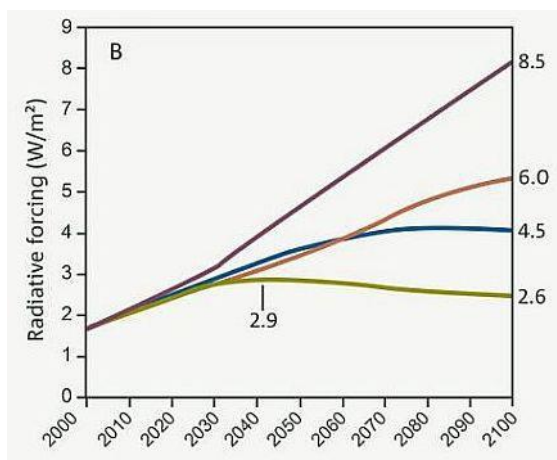


Рис. 12. Радіаційний форсинг для різних репрезентативних траєкторій концентрацій парникових газів в атмосфері (числа справа показують величину радіаційного форсингу у 2100 р. для різних сценаріїв (8.5, 6.0, 4.5 і 2.6 Вт/м<sup>2</sup>) (*Climate change in Australia, 2015*).

*Температура повітря.* Згідно розрахунків, у першому прогнозному періоді (2011–2040 рр.) на території Вінницької МТГ за обома сценаріями очікуються майже однакові значення середньої річної, середньої максимальної та середньої мінімальної температури (табл. 6). Згідно сценарію RCP2.6 ці показники становитимуть 10.2°C, 14.3°C та 6.3°C, відповідно, згідно сценарію RCP8.5 – 10.5°C, 14.7°C та 6.5°C. Щодо внутрішньорічних змін температури повітря, то загалом за обома сценаріями збережуть тенденції, які зафіксовані в останні десятиріччя – очікується подальше найшвидше зростання середньої місячної температури повітря в липні та серпні. Найповільніше зростатиме температура в листопаді та грудні. Найтеплішим місяцем залишиться липень (очікувана середня температура за RCP2.6 – 23.4°C; за RCP8.5 – 23.7°C), найхолоднішим – січень (очікувана температура -2.3°C (RCP2.6), -3.2°C (RCP8.5)).

Таблиця 6. Проекції температури повітря для Вінницької МТГ до кінця XXI століття

	Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	рік
2011–2040														
RCP2.6	сер. макс	-0.5	0.7	8.3	14.9	21.1	25.7	29.1	28.6	22.2	15.1	6.3	0.4	<b>14.3</b>
	середня	-2.3	-1.7	4.2	10.1	16.1	20.5	23.4	22.5	16.5	10.7	3.7	-1.3	<b>10.2</b>
	сер. мін.	-4.3	-4.2	0.6	5.6	11.1	14.9	17.5	16.9	11.8	7.0	1.5	-3.1	<b>6.3</b>
RCP8.5	сер. макс	-1.2	1.8	9.1	15.8	21.0	26.0	29.3	28.7	23.4	15.2	6.1	1.0	<b>14.7</b>
	середня	-3.2	-0.7	5.1	10.9	16.0	20.9	23.7	22.7	17.4	10.6	3.6	-0.7	<b>10.5</b>
	сер. мін.	-5.4	-3.2	1.7	6.3	10.9	15.4	17.8	16.9	12.5	6.9	1.4	-2.6	<b>6.5</b>

2041–2070														
RCP2.6	сер. макс	-0.7	1.7	8.8	16.0	21.0	26.3	29.2	28.3	22.4	15.8	7.2	1.3	<b>14.8</b>
	середня	-2.6	-0.6	4.9	11.1	16.0	21.2	23.7	22.3	16.9	11.5	4.7	-0.5	<b>10.7</b>
	сер. мін.	-4.8	-3.0	1.6	6.6	11.0	15.8	17.9	16.7	12.2	7.8	2.5	-2.4	<b>6.8</b>
RCP8.5	сер. макс	1.1	3.4	9.9	16.8	22.9	28.1	31.1	30.8	24.2	16.5	7.9	2.4	<b>16.3</b>
	середня	-0.6	0.8	5.8	11.9	17.8	22.9	25.5	24.7	18.7	12.1	5.3	0.8	<b>12.1</b>
	сер. мін.	-2.5	-1.6	2.2	7.4	12.6	17.2	19.5	18.8	13.8	8.5	2.9	-0.9	<b>8.2</b>
2071–2099														
RCP2.6	сер. макс	-0.1	2.3	8.9	15.4	21.0	26.2	29.2	29.0	22.5	14.6	5.9	0.5	<b>14.6</b>
	середня	-2.0	-0.3	4.9	10.5	16.0	21.0	23.6	23.0	17.0	10.4	3.6	-1.2	<b>10.5</b>
	сер. мін.	-4.2	-2.9	1.4	6.1	11.0	15.5	17.7	17.3	12.3	6.8	1.4	-3.1	<b>6.6</b>
RCP8.5	сер. макс	3.0	5.4	11.7	18.0	23.7	31.1	33.1	32.7	26.5	18.6	9.1	4.4	<b>18.1</b>
	середня	1.2	2.7	7.6	13.3	18.8	25.7	27.5	26.8	21.0	14.0	6.6	2.8	<b>14.0</b>
	сер. мін.	-0.6	0.1	3.9	8.9	14.0	19.8	21.6	21.1	16.3	10.3	4.3	1.3	<b>10.1</b>

Починаючи з середньострокового періоду (2041–2070 рр.), очікувані значення температури помітно відрізняються (приблизно на 2°C для середньорічних показників). Згідно сценарію RCP2.6, середня, максимальна та мінімальна річна температура зростає на 0.5°C, відносно її значень за 2011–2040 рр. і становитиме 14.8°C, 10.7°C та 6.8°C, відповідно. При цьому середня температура зимових місяців все ще прогнозується нижче нуля (січень -2.6°C, лютий – -0.6°C, грудень – -0.5°C). Згідно сценарію RCP8.5, середня, максимальна та мінімальна річна температура підвищиться до 12.1°C, 16.3°C та 8.2°C, відповідно. Середня температура липня (найтеплішого місяця року) сягне 25.5°C, в грудні та лютому очікуються однакові температури – 0.8°C. Варто зазначити, що єдиним місяцем року середня місячна температура якого очікується від’ємною залишиться січень (-0.6°C).

Для третього прогнозного періоду віддаленої перспективи (2071–2099 рр.) за обраними RCP-сценаріями очікуються значні відмінності – згідно RCP2.6 вже розпочинається незначне зниження температури повітря (адже, це сценарій, який передбачає активне впровадження заходів з пом’якшення глобального потепління і відповідно послаблення парникового ефекту. Значення середньої, середньої максимальної та середньої мінімальної температури повітря за рік очікуються на 0.2–0.3°C нижче, порівняно з попереднім прогнозним періодом (2041–2070 рр.) і будуть в межах 14.6°C, 10.5°C та 6.6°C, відповідно. Всі три зимові місяці характеризуватимуться від’ємними значеннями середньої температури. Грудень стане другим найхолоднішим місяцем після січня.

Сценарій RCP8.5 передбачає подальше зростання температури і в третьому прогнозному періоді очікувані її значення сягають високого рівня і помітних відмінностей, як порівняно з періодом кліматичної норми, так і з попереднім прогнозним періодом (2041–2070 рр.). Середня річна температура зростає до 14.0°C, середня мінімальна – до 10.1°C, а середня максимальна – до 18.1°C. Прогнозується, що середня температура липня зростає до 27.5°C, а

зимові температури будуть вищими нуля (1.2°C – січень, 2.7°C – лютий та 2.8°C – грудень).

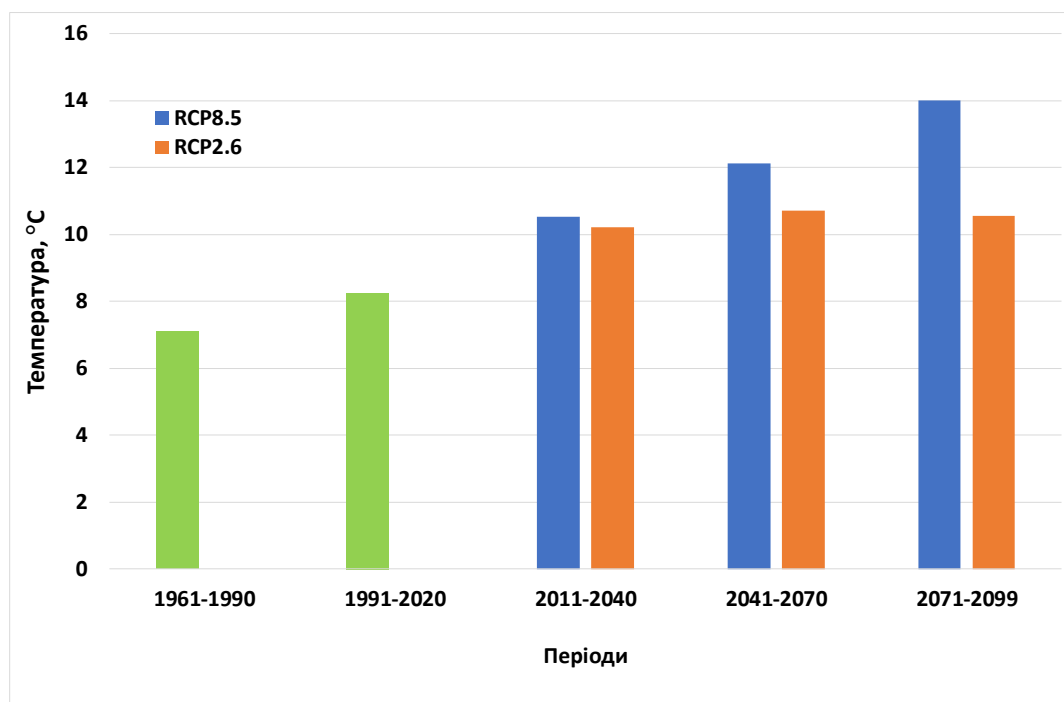


Рис. 13. Середня річна температура повітря за період кліматичної норми (1961–1990 рр.) та за сучасний період (1991–2020 рр.), а також за три прогностичних періоди, за даними кліматичних проєкцій RCP8.5 та RCP2.6 у Вінницькій МТГ.

*Кількість опадів.* Згідно проєкцій клімату у Вінницькій МТГ за обома сценаріями (RCP8.5 та RCP2.6) до кінця XXI ст. очікується менша кількість опадів, ніж за період кліматичної норми, проте більша ніж за період 1991–2020 рр. (рис. 14). За сценарієм RCP8.5 в першому прогностичному періоді (2011–2040 рр.) очікується 618 мм опадів, кожен наступний період характеризуватиметься меншою кількістю опадів: 601 мм – у 2041–2070 рр., 583 мм – у 2071–2099 рр. Проєкції кількості опадів за сценарієм RCP2.6 не характеризуються такою ж чіткою односпрямованою тенденцією – в короткостроковому періоді прогнозується 600 мм опадів, у середньостроковому – 623 мм, а у віддаленому – 607 мм.

Варто також зазначити, що в майбутні десятиліття посиляться тенденція щодо перерозподілу кількості опадів по місяцях та сезонах (табл. 7). Якщо за період кліматичної норми та в сучасний період (1991–2020 рр.) влітку кількість опадів вдвічі перевищувала зиму, то в усі три прогностичні періоди ця характерна ознака континентального типу річного ходу кількості опадів зникає. Згідно сценарію RCP2.6, в 2011–2040 рр. навесні та влітку очікується в середньому близько 160 мм опадів в кожному з цих сезонів, що становить 27 % річної кількості, на зиму та осінь припадатиме 23 та 24 %, відповідно. В 2041–2070 рр. на кожен із сезонів припадатиме 24–28 %, а в 2071–2099 рр. – 23–28 %. За сценарієм RCP8.5 в першому прогностичному періоді влітку та

навесні очікується найбільша кількість опадів – по 169 мм в кожному сезоні, в той час як взимку 148 мм, восени – 132 мм. В середньостроковій (2041–2070 рр.) та віддаленій перспективі (2071–2099 рр.) на різні сезони припадатиме 24–26 % та 24–27 %, відповідно.

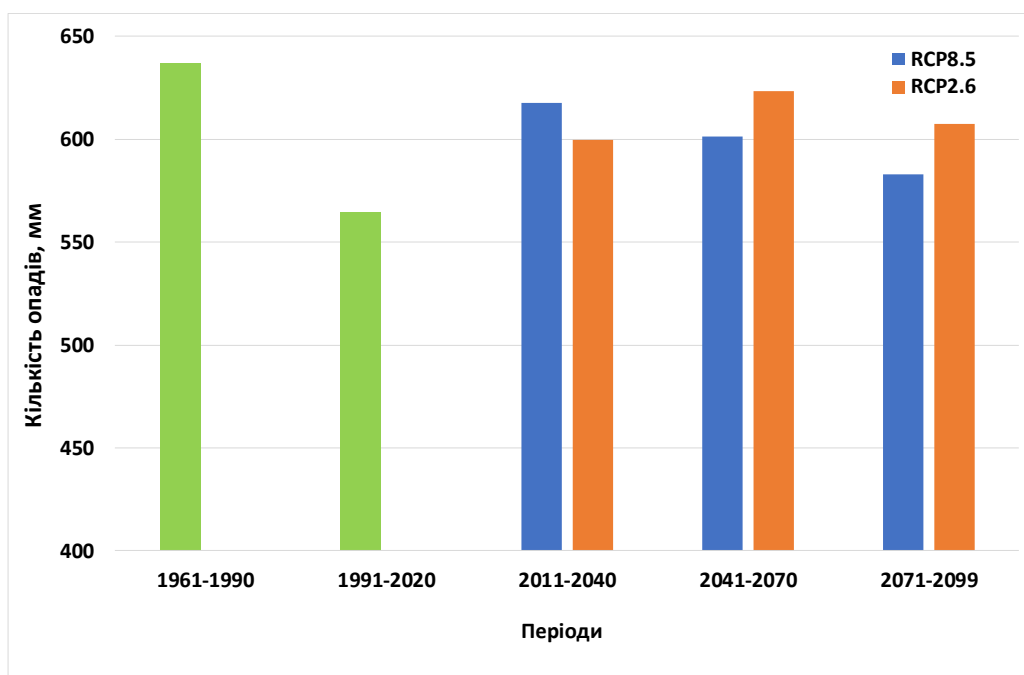


Рис. 14. Середня річна кількість опадів за період кліматичної норми (1961–1990 рр.) та за сучасний період (1991–2020 рр.), а також за три прогностичні періоди, за даними кліматичних проєкцій RCP8.5 та RCP2.6 у Вінницькій МТГ.

Таблиця 7. Проєкції кількості опадів для Вінницької МТГ до кінця ХХІ століття

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	рік
	2011–2040												
RCP2.6	45	40	37	51	71	68	54	39	33	55	55	50	<b>600</b>
RCP8.5	45	45	51	53	65	75	57	37	36	40	57	57	<b>618</b>
	2041–2070												
RCP2.6	48	49	42	45	64	76	51	48	36	61	48	55	<b>623</b>
RCP8.5	56	48	39	52	66	67	46	32	43	50	52	50	<b>601</b>
	2071–2099												
RCP2.6	41	52	40	43	68	81	45	42	47	47	53	48	<b>607</b>
RCP8.5	58	47	43	51	57	57	52	31	38	48	50	50	<b>583</b>

*Відносна вологість.* Прогнозні значення відносної вологості за обома використаними сценаріями є нижчими ніж на період кліматичної норми і за сучасний період. За сценарієм RCP2.6 в усі три прогностичні періоди середнє річне значення відносної вологості очікується близько 74 %, що на 3 % нижче від цього показника у 1991–2020 рр. За жорстким сценарієм (RCP8.5) у першому прогностичному періоді середнє річне значення відносної вологості

становитиме 73.4 %, в 2041–2070 рр. знизиться до 71.3 %, а в 2071–2099 рр. – до 71 % (рис. 15).

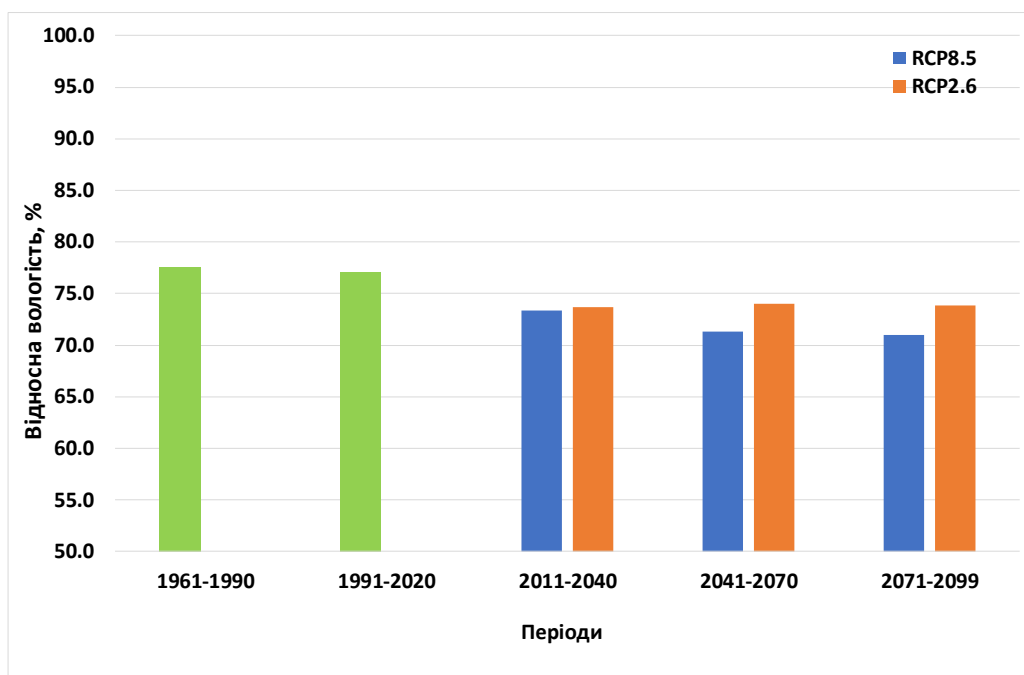


Рис. 15. Середні річні значення відносної вологості за період кліматичної норми (1961–1990 рр.) та за сучасний період (1991–2020 рр.), а також за три прогностичні періоди, за даними кліматичних проєкцій RCP8.5 та RCP2.6 у Вінницькій МТГ.

Хоча середні річні значення відносної вологості зміняться лише на кілька відсотків, проте очікуються помітні відхилення середніх місячних значень. Згідно обох сценаріїв в усі три прогностичні періоди відбудеться зростання середніх значень відносної вологості в зимові місяці і в травні та помітне зниження (на 11–21 %) в липні–вересні (табл. 8).

Таблиця 8. Проєкції відносної вологості для Вінницької МТГ до кінця XXI століття

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	рік
2011–2040													
RCP2.6	91.3	86.6	72.3	65.2	71.1	67.5	61.2	55.8	62.3	74.1	85.5	91.4	<b>73.7</b>
RCP8.5	92.3	85.2	72.0	63.7	69.8	72.9	61.2	55.5	60.8	72.5	84.5	90.1	<b>73.4</b>
2041–2070													
RCP2.6	91.2	86.2	73.0	64.7	70.5	69.4	62.5	58.4	62.4	74.7	84.3	90.9	<b>74.0</b>
RCP8.5	90.5	83.5	69.7	63.6	69.1	65.2	57.8	52.4	59.4	71.8	83.0	89.4	<b>71.3</b>
2071–2099													
RCP2.6	91.4	85.8	73.0	64.0	70.5	68.4	61.6	56.4	63.9	74.9	85.5	90.4	<b>73.8</b>
RCP8.5	88.3	82.6	70.3	64.6	70.7	63.3	56.5	52.8	59.9	71.0	83.9	88.3	<b>71.0</b>

*Вітер.* Згідно проєкцій клімату (за обома використаними сценаріями) у Вінницькій МТГ в усі прогностичні періоди очікується середньорічна швидкість

вітру в межах 3.4–3.5 м/с (табл. 9), що є вищим за цей показник у період кліматичної норми (за 1961–1990 рр. – 3.3 м/с), проте нижчим ніж середня швидкість вітру за сучасний період (1991–2020 рр. – 3.6 м/с).

Таблиця 9. Проекції швидкості вітру для Вінницької МТГ до кінця XXI століття

	2011–2040												рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
RCP 2.6	3.7	3.8	3.7	3.7	3.3	3.1	2.9	3.1	3.1	3.3	3.5	3.6	<b>3.4</b>
RCP 8.5	3.6	3.9	3.9	3.7	3.3	3.1	2.9	3.1	3.3	3.3	3.6	3.7	<b>3.5</b>
	2041–2070												рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
RCP 2.6	3.7	3.9	3.8	3.6	3.3	3.1	3.0	3.1	3.3	3.4	3.4	3.7	<b>3.4</b>
RCP 8.5	3.9	3.9	3.8	3.7	3.2	3.1	3.0	3.2	3.3	3.3	3.6	3.7	<b>3.5</b>
	2071–2099												рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
RCP 2.6	3.7	3.8	3.9	3.8	3.4	3.1	3.1	3.0	3.1	3.4	3.5	3.6	<b>3.5</b>
RCP 8.5	3.9	4.0	3.8	3.7	3.3	2.9	3.0	3.1	3.2	3.2	3.5	3.6	<b>3.4</b>

Отже, результати аналізу свідчать, що клімат Вінницької МТГ в останні тридцять років (1991–2020 рр.) помітно відрізняється від кліматичної норми (1961–1990 рр.). Середня річна температура повітря зросла на 1.2°C і становить 8.3°C. Середня місячна температура найбільше зросла в січні (на 2,0°C), а також – у липні, серпні та березні – на 1.7°C, відповідно, найсуттєвішим зростання середньої температури є влітку і становить 1.5°C, а найменше змінилася температура повітря восени – зросла лише на 0.6°C. На території Вінницької МТГ в сучасний період також підвищилася повторюваність випадків хвиль тепла: в літні місяці за 1961–1990 р. кількість випадків становила 7, а в сучасний період – 16 випадків, кількість днів з хвилями тепла з 54 за період кліматичної норми підвищилася до 104. У Вінницькій МТГ в сучасний період, порівняно з кліматичною нормою, середня річна кількість опадів зменшилася на 72 мм (приблизно на 13 %) і становить 564 мм. Кількість опадів скоротилася в усі сезони року (при цьому найсуттєвіше взимку – майже на 32 %), але зросла восени – майже на 13 %. Відбулися певні зміни середніх та екстремальних значень вологості та характеристик вітру.

Згідно проєкцій клімату у Вінницькій МТГ (як і нас всій території України), продовжиться зростання температури повітря. Очікувані значення середньої річної температури відрізняються за різними сценаріями та для різних прогностичних періодів, проте всі вони перевищують 10.0°C, а в період 2071–2099 рр. за сценарієм RCP8.5 прогнозується, що середня температура сягне 14.0°C. Згідно проєкцій клімату у Вінницькій МТГ за обома сценаріями (RCP8.5 та RCP2.6) до кінця XXI ст. очікується менша середня річна кількість опадів, ніж за період кліматичної норми, проте більша ніж за період 1991–2020 рр. (583 мм – 618 мм). В майбутні десятиліття посиляться тенденція щодо перерозподілу кількості опадів по місяцях та сезонах. За період кліматичної

норми та в сучасний період влітку кількість опадів вдвічі перевищувала зимову, то в усі три прогнозні періоди ця характерна ознака континентального типу річного ходу кількості опадів зникає. Згідно сценарію RCP2.6, в 2011–2040 рр. навесні та влітку очікується в середньому по 27 % річної кількості опадів, на зиму та осінь припадатиме 23 та 24 %, відповідно. В 2041–2070 рр. на кожен із сезонів припадатиме 24–28 %, а в 2071–2099 рр. – 23–28 %. За сценарієм RCP8.5 у середньостроковій (2041–2070 рр.) та віддаленій перспективі (2071–2099 рр.) на різні сезони припадатиме 24–26 % та 24–27 %, відповідно. Також очікуються певні зміни значень інших метеорологічних величин і повторюваності та інтенсивності атмосферних явищ.

### **1.3 Водні об'єкти**

Основним водним об'єктом на території Вінницької МТГ є річка Південний Буг, яка має загальну довжину 806 км, протікає через м. Вінницю. Максимальні витрати води на річці Південний Буг спостерігаються навесні у період сніготанення. Влітку навіть при випадінні значних опадів, як правило, паводки формуються невисокі. В окремі роки під час маловодних повеней спостерігаються вищі дощові паводки. Найнижча межень на річці властива для літньо-осіннього періоду, коли відбувається виснаження підземних вод, які формують стік. Зимова межень дещо вища внаслідок підживлення річки талими водами під час відлиг. Але в окремі роки із суворими зимами меженний стік так само низький, як і влітку. На території міста Вінниця протікає 64 малих річки. Малі річки та струмки мають довжину від 0,8 до 15 км. Найдовші малі річки (Тяжилів та Вінничка) розташовані на лівому березі та мають довжину 12 і 15 км, відповідно. Малі річки протікають забудованою територією міста і частково на окремих ділянках проходять у підземних колекторах, а на окремих малих річках створені ставки. Малі річки є невід'ємною частиною вінницької міської екосистеми. Для зміни підходів до взаємодії з малими річками та інтегрування їх у міський простір та життя мешканців розроблено «Концепцію розвитку малих річок Вінниці–2035», проводяться роботи з очищення прибережних смуг малих річок – наразі розчищено 8 830 м<sup>2</sup> таких смуг.

Загалом у Вінницькій міській територіальній громаді (включно з м. Вінниця) нараховується 303 водних об'єкти, загальною площею 594,14 га, в тому числі в сільських населених пунктах громади за межами м. Вінниці – 125 водних об'єктів, площа водного дзеркала яких складає 205,4 га.

Зростання температури повітря, що спостерігається на території Вінницької МТГ, а також зменшення кількості опадів є помітними чинниками впливу зміни клімату на водний режим річки. Важливим кроком для підтримання річкового стоку на території міста Вінниці є збереження малих річок, які роблять значний внесок у живлення Південного Бугу. Ознак ризиків збільшення частоти та інтенсивності повеней, які б несли загрозу інфраструктурі МТГ, не спостерігається.

Аналіз очікуваних змін кількісних характеристик водних ресурсів під впливом зміни клімату свідчить, що у басейні Південного Бугу протягом 2041–2070 рр. норма річного стоку залишиться майже без змін (*Сніжско та ін., 2021*). Відхилення річної величини стоку від природної норми становитиме лише кілька відсотків. Проте наприкінці XXI ст. за обома сценаріями (RCP 2.6 та RCP 8.5) проєктується суттєве зниження середнього річного стоку річки: від -20% за RCP 2.6 до -30% за RCP 8.5. Найпомітнішим стане зниження стоку під час літньої та осінньої межени від -3% до -26% за RCP 2.6 та від -13% до -45% згідно з RCP 8.5 (за винятком незначного збільшення в червні згідно з RCP 2.6). Особливо значне зниження стоку очікується наприкінці XXI ст. згідно з жорстким сценарієм RCP 8.5.

Особливої уваги потребують водні ресурси малих річок басейну Південного Бугу, водний стік яких поступово зменшується, а з середини століття може зовсім припинитися. Таке зниження водного стоку в басейні Південного Бугу стане без перебільшення серйозним викликом для населення сіл і міст, які тут розташовані й орієнтовані на водопостачання поверхневими водами. Наприкінці століття сформується ситуація стійкого дефіциту водних ресурсів у регіоні, що значно обмежить розвиток секторів економіки, які залежать від водних ресурсів. Водночас слід звернути увагу на очікуване збільшення водного стоку в січні та лютому – на 30–35%. Це варто враховувати для планування і проведення заходів з акумулювання надлишку водного стоку цих місяців для подальшого використання в періоди жорсткого водного дефіциту.

#### **1.4 Населення**

Загальна кількість населення Вінницької МТГ становить 387,4 тис. осіб, з яких чисельність постійного населення – 367,9 тис. осіб. Аналіз динаміки кількості населення Вінниці свідчить, що за останні понад 15 років суттєвого приросту не спостерігалось (табл. 10).

У структурі міського населення (м. Вінниця) переважають жінки – 54,4%. Вікова структура населення виглядає наступним чином: люди, старші за 50 років – 34,5%, діти (0–14 років) – 15,3%, молодь (15–35 років) – 24,6%.

Серед уразливих груп населення, які перебувають на обліку департаменту соціальної політики Вінницької міської ради, на території громади проживають понад 20,2 тис. осіб з інвалідністю, майже 87,7 тис. пенсіонерів, більш ніж 5,7 тис. учасників антитерористичної операції. Добре відомо, що люди похилого віку та люди з інвалідністю (що становлять майже 30% у структурі населення Вінницької МТГ), а також діти належать до категорій населення, вразливих до спеки та підтоплення. Відсоток малозабезпечених сімей у структурі населення Вінниці є невисоким (1433 особи станом на 1.07.2022 р.) і з 2014 року їх кількість зросла лише трохи більше ніж на 100 осіб.

Таблиця 10. Динаміка кількості населення у м. Вінниця за 2006–2021 рр.

№п/п	Рік	Загальна кількість населення станом на кінець звітного року, тис. осіб
1	2006	365.1
2	2007	366.8
3	2008	367.8
4	2009	369.2
5	2010	369.5
6	2011	370.8
7	2012	371.7
8	2013	372.1
9	2014	372.5
10	2015	373.3
11	2016	372.7
12	2017	371.9
13	2018	369.8
14	2019	370.7
15	2020	370.6
16	2021	369.7

Варто відмітити, що внаслідок повномасштабного вторгнення російської федерації на територію України після 24 лютого 2022 року до Вінницької МТГ вимушено перемістились з окупованих територій та територій, де відбуваються бойові дії майже 47 тис. осіб (станом на 28.04.2023 р.). При цьому, 46 тис. осіб оселися у місті Вінниця, інші – у селах громади. Понад 20 тис. вимушено переміщених осіб – це діти віком до 18 років та люди похилого віку (60+ років). Хоча в жодній з методик оцінки вразливості до зміни клімату не передбачена наявність такої категорії населення у містах чи територіальних громадах, проте є очевидним, що ця категорія належить до категорії вразливих, і відповідно, значний відсоток таких мешканців у структурі населення громади буде підвищувати вразливість до низки негативних наслідків зміни клімату.

### ***1.5 Промисловість та підприємництво***

Промислову продукцію виготовляє 221 велике та середнє підприємство. Промислові підприємства, здебільшого, розташовані на території обласного центру – м. Вінниці. Діяльність переважної більшості (понад 60%) зосереджена в переробній промисловості, зокрема – в харчовій (33%). Серед найбільших виробників харчової продукції – ПрАТ «Вінницька кондитерська фабрика», ПрАТ «Вінницький олійножировий комбінат», ТОВ «Солодка мрія – Вінниця», ТОВ «Агрона Фрут Україна», ПрАТ «Вінницька харчосмакова фабрика». Також до найпотужніших підприємств, які функціонують у Вінницькій МТГ, належать «Промавтоматика Вінниця», ТОВ «Грін Кул», ДП

«Електричні системи», ПрАТ «Вінницький завод «Маяк»», ПрАТ «Володарка», ТОВ «Поділля-Залізобетон».

Крім того, від початку повномасштабної війни до Вінницької МТГ за програмою релокації перемістили свої виробничі потужності 236 суб'єктів господарської діяльності з Південних та Східних регіонів України.

### ***1.6 Аграрний сектор***

Аграрний сектор Вінницької МТГ представлений 13 сільськогосподарськими підприємствами, 14 фермерськими господарствами та близько 9,5 тис. особистих селянських господарств. Місцеві аграрії спеціалізуються на вирощуванні зернових та технічних культур (пшениця, ячмінь, соя, соняшник, кукурудза, ріпак), а також картоплі, овочевих культур та плодово-ягідних культур. У 2022 році сільгоспвиробниками засіяно 6297 га площ відведених під зернові та технічні культури. Найбільші господарства з вирощування зернових, бобових, олійних культур, баштанних культур і овочів: ТОВ «Наші лани», ФГ «СОЛЬСЬКИЙ ВАСИЛЬ ДМИТРОВИЧ», ТОВ «Моноліт», ФГ «ЮРЧЕНКО-Н», ТОВ «Малі Крушлинці», ПСП «Промінь», ПП «Агро-Крушлинці», ТОВ «Зерноsvіт», ТОВ «Ольгопіль-К»; ТОВ «Ольга».

### ***1.7 Транспорт***

Вінницька МТГ має добре розвинену транспортну інфраструктуру. Протяжність доріг загалом становить 389,3 км. Мережа транспортного забезпечення м. Вінниці вважається однією з найкращих в Україні та продовжує вдосконалюватись. Основним перевізником пасажирів є комунальне підприємство «Вінницька транспортна компанія». Підприємство забезпечує безперебійну роботу 6 трамвайних маршрутів, 21 тролейбусного маршруту та 20 автобусних маршрутів загального користування в звичайному режимі руху. Щоденно на маршрути виїздить 64 трамваї, 115 тролейбусів (з яких 17 тролейбусів «VinLine» з автономним ходом), 61 низькопідлоговий автобус (з яких 1 електроавтобус). Крім того, на 28 автобусних маршрутах загального користування в режимі маршрутного таксі працює 207 транспортних засобів приватних перевізників. Кількість пасажирів, перевезених всіма видами пасажирського транспорту КП «Вінницька транспортна компанія» (без урахування приватних перевізників) за 9 місяців 2023 року склала 38,5 млн пасажирів. Послугами електротранспорту скористались 30,8 млн пасажирів (80% від загального обсягу перевезень), що більше минулорічного показника за аналогічний період на 4,6 млн пасажирів або на 17,7%.

Місто Вінниця активно розвиває велоінфраструктуру. Від початку року, в складі нового будівництва і капітального ремонту вулиць та доріг влаштовано 1,22 км нових велосипедних доріжок. Станом на 01.10.2023 р. загальна протяжність велосипедної мережі складає 91,92 км. Також у місті функціонує станційний велопрокат NextBike, який складається з 25 станцій і 180 велосипедів.

У м. Вінниці за останні 10 років кількість зареєстрованих транспортних засобів суттєво зросла. Кількість транспортних засобів з бензиновими двигунами збільшилася майже втричі: з 1779 – у 2013 р. до 5284 – у 2022 р.; з дизельними – у 3.6 рази (таблиця 11). Відбулося стрімке зростання кількості автотранспорту: в 2013 р. у Вінниці не було зафіксовано жодного електромобіля, а станом на 8 липня 2023 р. – їх було вже 659 (з яких 651 легковий автомобіль).

Таблиця 11. Кількість зареєстрованих транспортних засобів на території м. Вінниці за 2013–2023 рр.

Рік	Вид палива	Бензин	Дизельне паливо	Електро	Електро або бензин	Газ	Електро або дизельне паливо	Бензин, газ або електро	Бензин або газ	Дизельне паливо або газ
2013	Легкові автомобілі	1335	1105	0	1	0	0	0	303	0
	Всього	1779	1673	0	1	0	0	0	378	0
2014	Легкові автомобілі	959	677	0	0	0	0	0	451	0
	Всього	1247	1097	0	0	0	0	0	524	0
2015	Легкові автомобілі	922	516	2	6	0	0	0	854	0
	Всього	1155	889	2	6	0	0	0	924	0
2016	Легкові автомобілі	1443	736	7	4	0	0	0	1717	0
	Всього	1788	1280	7	4	5	0	0	1812	1
2017	Легкові автомобілі	1401	1115	23	33	0	1	0	1191	2
	Всього	1723	1875	26	33	3	1	0	1294	2
2018	Легкові автомобілі	1675	1452	77	39	1	0	0	1774	0
	Всього	2011	2367	84	39	1	0	0	1906	0
2019	Легкові автомобілі	2573	3161	117	97	24	4	3	2824	0
	Всього	2962	4250	133	97	24	4	3	2938	0
2020	Легкові автомобілі	4078	2732	126	139	32	6	1	1980	0
	Всього	4501	3805	137	139	33	6	1	2041	0
2021	Легкові автомобілі	5858	3960	187	274	64	23	4	2483	0
	Всього	6241	5372	191	274	64	23	4	2547	0
2022	Легкові автомобілі	4941	4708	473	285	47	27	6	1774	0
	Всього	5284	6090	492	285	58	27	6	1819	2
2023**	Легкові автомобілі	3629	3221	651	237	29	26	3	1662	0

	<b>Всього</b>	3928	4371	659	237	30	26	3	1696	1
--	---------------	------	------	-----	-----	----	----	---	------	---

*\*Всього (включає автобуси, вантажні автомобілі, легкові автомобілі та мототранспортні засоби)*

*\*\*до 08.07.2023 р.*

### **1.8 Зелені зони**

Площа зелених зон Вінницької МТГ становить 5767,898 га (22,5% від загальної площі громади). Площа зелених насаджень м. Вінниці становить 3 640,8 га – 32,16% від загальної площі міста (станом на 2020 р.) (рис. 16). Основним об'єктами озеленення міста є Центральний парк культури і відпочинку м. Вінниця, музей-садиба М.М. Коцюбинського, ботанічний сад «Поділля», парк острова «Кемпа», П'ятничанський парк, парк ім. Академіка Ющенка, парк біля півострову «Бригантіна», сквер біля кінотеатру «Росія», парк центрального стадіону «Локомотив», парк БК «Хімік», міський парк «Вишенський», дендрарій лісово-дослідної станції, музей-садиба М.І. Пирогова. В сільській місцевості Вінницької МТГ площі зелених зон є значно вищими. Наприклад, у Стадницькому старостинському окрузі площа зелених зон становить 77%, у Деснянському старостинському окрузі (селище міського типу) – 42%.

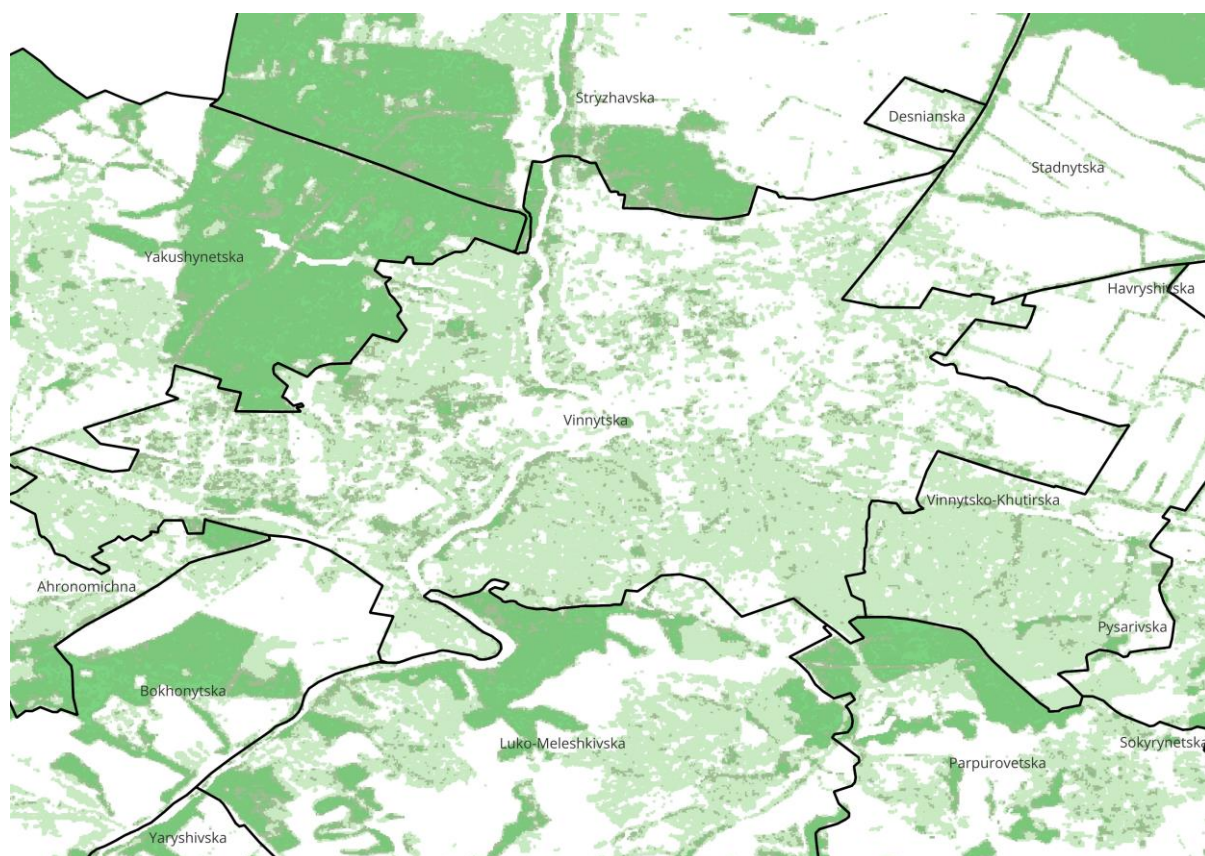


Рис. 16. Зелені зони Вінницької МТГ.

Площа природно-заповідного фонду міста Вінниці становить 175,17 га або 1,55% від загальної площі міста.

Площі зелених зон в місті істотно знизились в останні роки, що спричинено великою кількістю забудови та розширенням міста (часто за

рахунок скорочення або знищення зелених зон), розвитком інфраструктури, рекреаційним навантаженням. Крім того, негативний вплив на міські рослини здійснює забруднення повітря, засоленість ґрунтів внаслідок потрапляння в них спеціальних протижелезних реагентів, які використовуються у зимовий період на дорогах і тротуарах, надмірне прогрівання верхнього шару ґрунту, інші чинники.

Серед основних причин погіршення стану зелених зон міста у департаменті комунального господарства та благоустрою МКП «Вінницязеленбуд» називають зміну клімату, появу інвазивних видів та забруднення довкілля.

В місті активно йде боротьба з борщівником та амброзією полинолистою. Для того, щоб позбутися цих небезпечних рослин у Вінницькій МТГ застосовують скошування, проте якщо скосити бур'ян у період активного росту, то він утворює в 2–3 рази більше пагонів, ніж було знищено. Зафіксовані такі шкідники як: каштанова мінуюча міль, самшитова вогнівка, попелиця, ялиновий павутинний кліщ, трипси та інші. Самшитова вогнівка крім самшиту, може завдавати шкоди і деяким іншим декоративним рослинам – пірокантам та бруслині Форчуна. Розвиток самшовитої вогнівки проходить дуже швидко і залежить від погодно-кліматичних умов. За сприятливих умов може розвиватися до 4 поколінь шкідника за один сезон (*Балан і Солоненко, 2021; Макаренко та ін., 2019*). Через значне ураження самшовитою вогнівкою, останнім часом помітно скоротилася висадка самшиту у місті.

Шкідливість ялинового павутинного кліща проявляється в тому, що знижується декоративність, зменшується продуктивність, пригнічується ріст пагонів пошкоджених рослин. У разі сильного пошкодження кліщем хвоїнки втрачають колір, всихають та передчасно опадають, відбувається відмирання точки росту. Негативний вплив кліща проявляється також в зменшенні стійкості рослин до впливу кліматичних чинників і хвороб. Швидкість розмноження фітофага, за сприятливих умов, відбувається дуже швидко і набуває вибухового характеру. За несвоєчасного захисту рослин від шкідника спостерігається повна втрата їх декоративності.

Серед комах – шкідників декоративних та квіткових культур закритого ґрунту важливе місце займають трипси (ряд Thysanoptera). Боротьба з ними дуже ускладнена, оскільки ці комахи дуже дрібні (до 3 мм), ведуть прихований спосіб життя, концентруючись, переважно, в квіткових бруньках, пуп'янках, під різними лусочками на рослинах, і лише під час спалахів розмноження – на листках та пагонах. Третину життєвого циклу розвитку трипси проводять у ґрунті (стадії пронімфи та німфи).

Каштанова мінуюча міль та гусениці акронікти останнім часом масово уражають листя Гіркого каштана звичайного (каштан кінського). Оскільки його лікування від цих шкідників дороговартісне, то комунальні господарства активно шукають йому заміну.

Фінансові ресурси необхідні для належного утримання зелених зон Вінницької МТГ виділяються не у повному обсязі, через військовий стан в

країні. Незважаючи на це, у 2022 та 2023 рр., як і щорічно, у Вінницькій МТГ було здійснено висадку саджанців дерев, виконано обрізку та знесення сухих і аварійних дерев.

Співвідношення площі природних та штучних (асфальт, бетон, забудовані території) поверхонь у громаді становить 43,9% та 56,1% відповідно (площа штучних поверхонь 14378,82 га, площа природних поверхонь 11254,618 га).

### ***1.9 Енергетика та теплопостачання***

Розподіл електричної енергії на території Вінницької МТГ здійснюється від 20 понижувальних станцій напругою 110/35/10 кВ, довжина мереж 110 кВ становить 178,99 км (з них 11 підстанцій АТ «Вінницяобленерго» та 9 абонентських підстанцій). Довжина повітряних ліній напругою 0,4–10 кВ становить 1121,4614 км. Протяжність кабельних ліній напругою 0,4–10 кВ – 1010,76 км.

Електропостачання Вінницької МТГ здійснюється від 9 ПС, що перебувають на балансі АТ «Вінницяобленерго». Підстанції, що забезпечують громаду електроенергією знаходяться на значній висоті та відстані від водних об'єктів, ризику їх підтоплення внаслідок несприятливих погодних умов або весняного паводку немає.

Споживання електроенергії за 2022 рік становило 930.35 млн. кВт×год, при цьому близько третини споживання припадало на населення громади (301,96 млн. кВт×год), а близько двох третин – на промисловість та інших споживачів (628,39 млн. кВт×год).

Технічний стан мереж, що забезпечують живлення електричною енергією споживачів Вінницької МТГ знаходиться в задовільному стані та загалом забезпечує потреби споживачів електричної енергії. Передумовою сталого та безаварійного функціонування системи розподілу є дотримання споживачами величини потужності, вказаної у договорі. В останні роки відбувається збільшення енергоспоживаючого обладнання на території МТГ та, як наслідок, збільшення навантаження на систему розподілу, що призводить до зниження напруги у електромережах деяких мікрорайонів міста, таких як Старе місто, вул. Пирогова, Хутір Шевченка та ін. Повітряні лінії електромереж потребують оновлення.

З метою підвищення надійності послуги з розподілу електричної енергії АТ «Вінницяобленерго» щорічно розробляє та виконує заходи із ремонту та технічного переоснащення об'єктів електроенергетики на території Вінницької міської територіальної громади.

На випадок проблем з електропостачанням споживачів Вінницької МТГ окремі установи та організації забезпечені генераторами. Зокрема, заклади охорони здоров'я (КНП «Вінницька міська клінічна лікарня №1», КНП «Вінницька міська клінічна лікарня №3», КНП «Вінницька міська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги», КНП «Вінницька міська клінічна лікарня «Центр матері та дитини»», КНП «Вінницький міський клінічний

пологовий будинок №1», КНП «ВРЦСП», МКП «МСЦ», КН «МЛДЦ», КНП «ЦПМСД №1», КНП «ЦПМСД №2», КНП «ЦПМСД №3», КНП «ЦПМСД №4», КНП «ЦПМСД №5») оснащені 42 генераторами загальною потужністю 796,6 кВт (в т.ч. генератори на ДП – 676 кВт). Також генераторами оснащена низка закладів освіти (школи, дитячі дошкільні заклади професійно-технічні навчальні заклади), загалом для забезпечення їх електроенергією придбано 79 генераторів. У Стадницькому старостинському окрузі є 1 генератор потужністю 15 кВт для забезпечення роботи 7 артезіанських свердловин, що забезпечують водою населені пункти. У Деснянському старостинському окрузі генераторами забезпечені Деснянський заклад дошкільної освіти та приміщення старостинського округу, Укрпошти, бібліотеки.

На території Вінницької МТГ виробництво, транспортування та постачання теплової енергії і гарячої води здійснюють комунальні підприємства: КП ВМР «Вінницяміськтеплоенерго» та КП «Вінницяоблтеплоенерго». Загалом на балансі теплопостачальних підприємств перебуває 62 котельні, в тому числі 12 твердопаливних, 201 км теплових мереж у двотрубному обчисленні, 69 центральних теплових пунктів (ЦТП) та 420 індивідуальних теплових пунктів (ІТП). До мереж централізованого теплопостачання під'єднанні 1236 багатоквартирних житлових будинків, 81 600 споживачів отримують послуги з теплопостачання, майже половина з них – послуги з централізованого гарячого водопостачання.

КП ВМР «Вінницяміськтеплоенерго» проводить заходи, спрямовані на зниження питомих витрат, а також втрат енергетичних ресурсів на етапі виробництва теплової енергії. Зокрема, у 2022 р. проведені роботи з реконструкції газової котельні з заміною котлів на вул. Костя Широцького, 10 у м. Вінниця. З метою зниження втрат ресурсів на етапі транспортування теплової енергії виконані роботи з реконструкції теплових мереж від УТ-8 до ТК-154 по вул. Келецька в м. Вінниця, також проведена реконструкція теплових мереж із застосуванням попередньо ізольованих труб протяжністю 4,4 км по вул. Магістрацькій, вул. Івана Богуна, вул. Політехнічній, вул. Визволення, ін. Для забезпечення безперебійної роботи котелень, центральних теплових пунктів та індивідуальних теплових пунктів в умовах виникнення надзвичайних ситуацій здійснено закупівлю 215 генераторів.

У Вінницькій МТГ здійснюються роботи, спрямовані на підвищення енергоефективності будівель та споруд. Зокрема, у 2022 р. виконані ремонтні роботи, спрямовані на енергозбереження в 102 житлових будинках м. Вінниці. Планується відновлення робіт з підвищення енергоефективності в будівлях комунальних закладів міської ради: закладу дошкільної освіти №16 по вул. Миколи Зерова, 12 (II черга), Палацу дітей та юнацтва ВМР по вул. Хмельницьке шосе, 22, закладу дошкільної освіти №21 по вул. Міліційна, 8. На початку 2023 р. КП «Вінницяоблтеплоенерго» введено в експлуатацію тепловий насос, який використовується для надання послуги з опалення однієї з будівель м. Вінниці. Такий захід призводить до суттєвої економії природного газу, є гарним прикладом відмови від викопного палива та відповідно відіграє

свою роль у зменшенні викидів парникових газів у навколишнє природне середовище.

### **1.10 Забруднення атмосферного повітря**

На території Вінницької МТГ спостереження за вмістом шкідливих речовин в атмосферному повітрі проводяться лабораторією спостережень за забрудненням атмосфери Вінницького обласного центру з гідрометеорології на двох стаціонарних постах (ПСЗ) у м. Вінниця: ПСЗ №1 (вул. Київська, 25) та ПСЗ №2 (вул. Немирівське шосе, 29). У повітрі визначаються концентрації 15 забруднювальних речовин, з них основні – завислі речовини, діоксид сірки, оксид вуглецю та діоксид азоту і специфічні – фтористий водень, аміак, формальдегід, а також вісім важких металів (залізо, кадмій, манган, мідь, нікель, свинець, хром, цинк).

Загальний рівень забруднення атмосферного повітря у місті за комплексним індексом забруднення атмосфери у 2019 р становив 6.7, у 2020 р. – 7.4, у 2021 р. – 6.8, у 2022 р. – 5.4 та за перші шість місяців 2023 р. – 7.65 і характеризувався, як високий. Порівняно з аналогічним періодом минулого року відмічається зростання рівня забруднення атмосферного повітря (з 6.6 до 7.65) за рахунок більших перевищень по формальдегіду та завислих речовинах.

У місті стабільно спостерігаються перевищення ГДКс.д. середньомісячними концентраціями діоксиду азоту та формальдегіду, в окремі місяці фіксуються також перевищення нормативів фтористим воднем. Вміст забруднювачів у повітрі міста не лишається сталим – для формальдегіду та двоокису азоту концентрації в теплий період року є вищими, ніж у холодний (що підпорядковується загальним закономірностям річного ходу цих забруднювальних речовин в атмосферному повітрі міст). В окремі місяці вміст цих забруднювачів може бути дуже високим. Наприклад, в травні 2021 р. середня концентрація діоксиду азоту сягнула 4.1 ГДК с.д., в серпні 2019 р. – 6.2 ГДКс.д.; в липні 2020 р. середня концентрація формальдегіду становила 3.0 ГДК с.д., а в липні 2018 р. – 2.4 ГДК с.д., тощо.

За 9 місяців 2023 року в атмосферному повітрі міста спостерігався підвищений вміст діоксиду азоту, фтористого водню, формальдегіду та завислих речовин. Загалом по місту середні показники середньомісячних концентрацій діоксиду азоту досягали 2,1 ГДКс.д. (у 2022 р. за аналогічний період – 1,7 ГДКс.д.), фтористого водню – 1,3 ГДКс.д. (у 2022 році – 1,3 ГДКс.д.) та формальдегіду – 2,7 ГДКс.д. (у 2022 році – 1,6 ГДКс.д.).

Вміст важких металів у повітрі був значно нижче рівня відповідних ГДКс.д.

Також моніторинг якості атмосферного повітря Вінницької МТГ здійснюється фахівцями ДУ «Вінницький обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ України». За 9 місяців 2023 року в межах м. Вінниці було відібрано та лабораторно досліджено 54 проби атмосферного повітря на вміст оксиду вуглецю, сірчистого ангідриду, діоксиду азоту та

недиференційованого за складом пилу. За результатами лабораторних досліджень перевищення гранично-допустимих концентрацій зареєстровано в 12 (22,2%) пробах. Проби відбирались в зоні впливу автомагістралей, в межах житлової забудови міста, зонах відпочинку та на межі санітарно-захисних зон промислових підприємств. Перевищення зареєстровані на перехресті вулиць Чехова – Немирівське шосе (вміст недиференційованого за складом пилу перевищує норму в 1,26 раз, а вміст оксиду вуглецю – в 1,04 рази), вулиць Пирогова – Електромережа (вміст діоксиду азоту – в 1,1 рази), вулиць Київська – Стрілецька (вміст діоксиду азоту та недиференційованого за складом пилу перевищують норматив – в 1,1 рази), вулиць Келецька – Космонавтів (вміст азоту діоксиду та недиференційованого за складом пилу перевищують норматив – в 1,05 та 1,14 раз відповідно), перехрестя вулиць Д. Нечая – К. Широцького (вміст азоту діоксиду та оксиду вуглецю перевищує норматив – в 1,1 рази).

Високий рівень забруднення атмосферного повітря призводить до негативного впливу на мешканців міста (сприяє виникненню захворювань низки систем організму, погіршує перебіг хронічних захворювань, послаблює імунітет, провокує розвиток алергічних проявів) та пригнічує ріст і розвиток рослин в межах міських зелених зон.

### ***1.11 Охорона здоров'я***

Мешканцям Вінницької МТГ медичну допомогу надають 15 закладів охорони здоров'я, 13 з яких за організаційно-правовою структурою є комунальними некомерційними підприємствами: 5 центрів первинної медико-санітарної допомоги, 5 міських клінічних лікарень, 2 пологових будинки, Вінницький регіональний кардіологічний центр серцево-судинної патології, та 2 заклади охорони здоров'я – комунальні підприємства: медичний стоматологічний і міський лікувально-діагностичний центри. Кількість лікарняних ліжок у закладах охорони здоров'я Вінницької МТГ станом на 01.04.2023 року становить 35,6 на 10 тис. наявного населення. Первинну медико-санітарну допомогу (далі – ПМСД) у Вінницькій МТГ надають 5 центрів ПМСД, у складі яких функціонує 35 амбулаторій загальної практики сімейної медицини, в т. ч. 20 – відокремлених, де працюють 264 лікаря загальної практики – сімейної медицини. В усіх закладах первинної медичної допомоги створені належні умови та проводиться підписання декларацій між лікарями та пацієнтами через електронну систему «e-Здоров'я» з урахуванням права пацієнта на вільний вибір лікаря. Лікарями первинної ланки укладено 344152 декларації, що становить 89% населення Вінницької МТГ.

Зміна клімату, яка в першу чергу проявляється у зростанні температури повітря, призвела до того, що кліматичні умови на території України стали більш сприятливими для кліщів (зокрема, для їх перезимівлі). Це спричинило зростання їх чисельності і як наслідок – зростає кількість випадків захворювань на кліщовий бореліоз (хвороба Лайма). У Вінницькій МТГ у 2021 р. було зареєстровано 93 випадки, у 2022 р. – 214. У 2023 році лише за 5 місяців, частина з яких характеризуються низькою температурою і є не дуже

сприятливими для поширення хвороби Лайма, вже зафіксовано 47 випадків. У великих містах через погану якість довкілля та постійні стреси, високий відсоток населення має знижений імунітет та алергійні прояви, проте оскільки у випадку легких проявів алергії хворі часто не звертаються по медичну допомогу, а займаються самолікуванням, статистична інформація, як правило, не відображає реальної ситуації щодо кількості таких хворих у містах. За даними (Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 02.04.2002 № 127/18) приблизно 30 % населення планети потерпає від алергічних проявів. У Вінницькій МТГ у 2018–2022 рр. частка зареєстрованих хворих із алергічними захворюваннями не перевищувала 1% населення.

### **1.12 Водопостачання та водовідведення**

У м. Вінниці єдиним надавачем послуг централізованого водопостачання та водовідведення є КП «Вінницяоблводоканал», засноване в 1912 році. Водопровідно-каналізаційне господарство підприємства налічує: 635 км водопровідних мереж, 559 км каналізаційних мереж, 26 водопровідних та 26 каналізаційних насосних станцій, 2 водопровідних очисних споруди, 1 каналізаційну очисну споруду, 5 свердловин питної води. Послуги з централізованого водопостачання надаються 364 000 абонентам, послуги з водовідведення – 357 850 абонентам. Основним джерелом водопостачання м. Вінниці є річка Південний Буг, з якої здійснюється поверхневий водозабір. За значенням гідрохімічних показників інтегральної оцінки якості вода Південного Бугу на Вінниччині відповідає II-му класу «добрі», IV-ої категорії та характеризується за станом як задовільні та за ступенем чистоти – слабо забруднені води. Централізоване водопостачання є основним джерелом водопостачання у м. Вінниця. Також альтернативними джерелами є привізні води, приватні колодязі (кількість яких наразі не встановлена) та громадські колодязі (617 штук).

Забезпечують вирішення комплексу питань по водоочистці, водопідготовці та подачі питної води населенню водопровідні насосні станції проєктна потужність яких – 200 тис. м<sup>3</sup>/добу та два комплекси очисних споруд водопостачання: станція №2 виробничою потужністю 100 тис.м<sup>3</sup>/добу (збудована в 1969–1978 роках), зі спорудами двоступеневої очистки води (два блоки потужністю по 50 тис.м<sup>3</sup>/добу); станція №3 виробничою потужністю 100 тис.м<sup>3</sup>/добу (збудована в 1982–1988 роках), зі спорудами двоступеневої очистки води (два блоки потужністю по 50 тис.м<sup>3</sup>/добу).

Встановлені на насосних станціях насосні агрегати великої потужності, пройшли в основному по 2–3 капітальні ремонти і через високу зношеність мають низький ККД та завищені більш ніж на 10% показники енергоспоживання. Дві третини з них відпрацювали встановлені терміни експлуатації та підлягають заміні, 65% запірної арматури великих діаметрів відпрацювали встановлені терміни експлуатації, ремонту не підлягають та потребують заміни.

Проблемою є не лише зношеність фондів КП «Вінницяоблводоканал», але й обміління річки Південний Буг, її надмірний прогрів (що частково спричинено зміною клімату, а частково – зміною глибини водного об'єкту та

його режиму) та цвітіння у літній період. Зарегульованість річки Сабарівською греблею, призводить до накопичення водоростей, замулення, накопичення відмерлої органіки у водному об'єкті. Зменшення об'єму води у річці, сприяє зростанню концентрацій забруднювачів. Відповідно, екологічний стан водойми в останні роки погіршується, а навантаження на водопровідні станції КП «Вінницяоблводоканал» підвищується (зростання доз реагентів, скорочення фільтроциклу, збільшення витрат води на технологічні потреби тощо). В зоні впливу греблі знаходяться дві водозабірні споруди, які щорічно покриваються шаром мулу та осаду товщиною 1,5–2,0 м.

Станом на сьогодні найбільш слабкою ланкою системи водозабезпечення є водопровідні мережі. З них 60% відпрацювали встановлені терміни експлуатації, 28% з яких мають розряд аварійних та потребують негайної заміни. Через зношеність та незадовільний стан мережі мають завищені витоки, які призводять до перевитрат електроенергії, підтоплення та заболочення території і особливо серйозним фактором є ризик вторинного забруднення води. При сьогоднішньому технічному стані водопровідних мереж, частка втрат води в мережах становить 28%, тобто 12,6 тис. м<sup>3</sup>/км.

В той час як у м. Вінниці основним джерелом переважає централізоване водопостачання, що забезпечується водою з річки Південний Буг, у інших населених пунктах Вінницької МТГ ситуація інша. Наприклад, у Стадницькому старостинському окрузі переважають підземні джерела. Водопостачання громади забезпечується артезіанськими свердловинами та індивідуальними колодязями. У Деснянському старостинському окрузі використовується централізоване водопостачання з м. Вінниці, громадські та індивідуальні колодязі та свердловини. У с. Вінницькі Хутори системи водопроводу для обслуговування приватних будинково-лодінь відсутні. Джерела водопостачання населення села – приватні криниці та свердловини у підвір'ях. Водопостачання по с. Щітки забезпечують чотири свердловини. Свердловини № 1, 2 та 4 споруджені у 2018 році, а свердловина № 3 побудована на початку 1990-х років, але у 2018 р. пройшла реконструкцію. Водозабір с. Писарівка також складається з чотирьох водозабірних свердловин (одна з яких законсервована) та однієї водонапірної башти.

ДУ «Вінницький обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ України» за 9 місяців 2023 року на території Вінницької МТГ здійснив відбір та лабораторні дослідження на хімічні і бактеріологічні показники 204 проб питної води з централізованої мережі та 12 проб питної води із насосних станцій КП «Вінницяоблводоканал» та водопровідної мережі міста, з яких 24 (11,8%) не відповідало вимогам ДСанПіНу 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» по забарвленості, каламутності, вмісту аміаку, хлороформу та перманганатній окиснюваності (інтегральний показник органічного забруднення).

Здійснено лабораторне обстеження 31 криниці громадського користування. Із 31 дослідженої проби на хімічні показники 25 (80,6%) не відповідало нормативним вимогам (по вмісту нітратів та загальній жорсткості) та 18 (58,1%) по мікробіологічних показниках. По паразитологічних,

вірусологічних та радіологічних показниках якість криничної води відповідає вимогам.

Основними джерелами забруднення вод Вінницької МТГ є скиди з промислових об'єктів, неналежний стан інфраструктури водовідведення та очисних споруд, недотримання норм водоохоронних зон, змив та дренажування токсичних речовин із земель сільськогосподарського призначення. Основні забруднюючі речовини – сполуки важких металів, сполуки азоту та фосфору, нафтопродукти, феноли, сульфати, поверхнево-активні речовини. Зростає забруднення медичними відходами та мікропластиком, яке на сьогодні не контролюється.

За даними Стратегії розвитку Вінницької МТГ до 2030 р., до слабких сторін розвитку громади належать низька якість питної води та наявність не розв'язаних екологічних проблем. Відповідно, стратегічно важливими для громади залишаються заходи з поліпшення екологічного стану річки Південний Буг, малих річок та інших водойм.

### ***1.13 Зливової каналізація***

У м. Вінниці технічний стан зливової каналізації задовільний, злизові приймальники очищаються (обов'язково) 2 рази на рік (весною та в осіні) та по мірі необхідності протягом року. З іншого боку, наявні дані щодо цілої низки місць у місті, де при надмірних опадах відбувається підтоплення, тому що колектор зливової каналізації не справляється з обсягом води або каналізація в поганому технічному стані і потребує оновлення/ремонт.

Злизова каналізація на території старостинських округів відсутня, окрім Деснянського (знаходиться на балансі місцевого підприємства та перебуває в аварійному стані).

У 2022 р. здійснено ремонт та обслуговування 5 580 м/п мереж зливової каналізації. Виконаний капітальний ремонт зливової каналізації на вул. Князів Коріатовичів (в районі буд. №74), виготовлена проєктно-кошторисна документація на ремонт зливової каналізації на вул. Паліїв Яр.

Варто зазначити, що в останній роки з метою відведення дощової води в містах Європи та Сполучених Штатів активно впроваджуються підходи сталого управління дощовою водою (наприклад, дощові сади, спеціальні резервуари для збору дощової води з подальшим її використанням, інше). У Вінницькій МТГ поки що немає прикладів застосування подібних практик.

### ***1.14 Підтоплення, прояв стихійних метеорологічних явищ та надзвичайних ситуацій***

На території Вінницької МТГ можливе виникнення надзвичайної ситуації природного характеру, що пов'язана із сильною спекою (температура повітря 35°C і вище), що може привести до теплових ударів у населення, масового пошкодження та загибелі сільськогосподарських культур, підвищення пожежної небезпеки та виникнення пожеж, зниження рівня води у водоймах.

Здійснення завчасного інформування населення про періоди спеки, що наближається, не передбачено. Проведення інформаційних кампаній для

населення щодо правил поведінки під час спеки, реалізується у разі прийняття відповідного рішення міської комісії з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій. Механізм доведення вищезазначеного заходу стосовно людей похилого віку, що не користуються інтернетом, можливий з використанням доступних засобів масової інформації: телебачення, провідне та ефірне радіомовлення, друковані засоби масової інформації.

Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 08 жовтня 2022 р. № 895-р затверджено плани управління ризиками затоплення на окремих територіях у межах районів басейнів річок. Зокрема, затверджено План управління ризиками затоплення на окремих територіях у межах району басейну річки Південний Буг на 2023–2030 роки (далі – План), яким передбачено заходи організаційного та технічного характеру з метою зменшення потенційного негативного впливу затоплень на життєдіяльність людини, навколишнє природне середовище, культурну спадщину та господарську діяльність. Відповідно до плану, ділянка річки Південний Буг, зокрема в межах громади, визначено територією із потенційним значним ризиком затоплення: вид затоплення – річкове, наслідки затоплення – вплив на здоров'я людей та на об'єкти економіки.

За результатами попередньої оцінки ризиків затоплення території громади у межах району басейну річки Південний Буг, яка проведена з урахуванням аналізу минулих затоплень, які призводили до негативних наслідків, стану протипаводкової інфраструктури, системи прогнозування затоплень і оповіщення населення, встановлено, що дієвою протипаводковою інженерною захисною інфраструктурою є захисна дамба в межах міста Вінниця вздовж лівого берега Сабарівського водосховища, від перехрестя вулиць Євгена Коновальця та вулиці Паліїв Яр до гирла річки Тяжилів. Загальна довжина дамби – 3,2 км. Призначення – захист лівобережної частини міста від затоплення під час повені.

До локального підтоплення окремих ділянок населених пунктів може призводити випадання значної кількості опадів, які через значний відсоток водонепроникних поверхонь не можуть інфільтруватися в ґрунт. Стік з природних поверхонь у середньому становить 10%, а інфільтрація (глибока та неглибока) – близько 50 % від вологи, що потрапила на поверхню, в той час як у міських умовах на інфільтрацію припадає 15%, а стік сягає 55% (Шевченко, 2021). Відповідно, очевидним є значне навантаження на зливу каналізацію у тих містах, де вона функціонує, висока необхідність впровадження сучасних об'єктів для забезпечення сталого управління дощовою водою, а також часті випадки локального підтоплення окремих ділянок території. У місті Вінниця (як і у більшості міст України) є ділянки, де були зафіксовані випадки локального підтоплення внаслідок випадання значної кількості опадів (перелік представлено у додатку 1). Серед основних причини підтоплення цих територій зазначається необхідність реконструкції/капітального ремонту окремих ділянок зливної каналізації та збільшення перерізу зливоприймальних решіток. На розі вул. С. Тимошенка та вул. Гната Мороза, річка Тяжилів при надмірних опадах, розливається та інколи підтоплює приватні будинково-лодіння.

## Розділ 2

### Оцінка вразливості Вінницької міської територіальної громади до зміни клімату

Здійснення оцінки вразливості до зміни клімату є надзвичайно складною задачею. Методики оцінки вразливості населених пунктів до кліматичної зміни, що ґрунтуються на застосуванні індикаторів або критеріїв вразливості, є широкоживаними. Кількість індикаторів може варіюватися в значних межах, проте принциповим моментом є те, щоб їх було достатньо для аналізу всіх чинників, що впливають на вразливість населеного пункту (як фізичного впливу зміни клімату, так і чинників, що визначають адаптаційний потенціал – соціальні, економічні, тощо). В деяких методиках – самі індикатори за якими здійснюється оцінка – є першим кроком на шляху до розробки плану адаптації, адже, вони дають можливість зрозуміти, які чинники підвищують вразливість населеного пункту до проявів зміни клімату. Індикатори для оцінки вразливості можуть бути класифіковані на групи за різним принципом. В обраній методиці здійснено групування індикаторів для встановлення вразливості населених пунктів до окремих негативних наслідків кліматичної зміни (наприклад: група індикаторів для оцінки вразливості до теплового стресу, група індикаторів для оцінки вразливості енергетичних систем до зміни клімату, тощо). В різних методиках можуть застосовуватися кількісні, якісні індикатори або поєднання цих двох видів індикаторів. Очевидно, що методики з кількісними індикаторами дають можливість отримати точніші результати, ніж ті, в яких застосовуються якісні, проте, для деяких чинників, що впливають на вразливість населеного пункту, досить складно підібрати кількісний індикатор (а в окремих випадках – неможливо знайти необхідну статистичну інформацію для оцінки за цим індикатором). Тому при виборі методики одним із основних критеріїв є можливість чи неможливість її застосування для даного конкретного населеного пункту.

#### **2.1 Характеристика негативних наслідків зміни клімату**

Як зазначалося вище, найбільш поширеними негативними наслідками зміни клімату у населених пунктах є: тепловий стрес, підтоплення, зменшення площ та порушення видового складу зелених зон, прояв стихійних метеорологічних явищ, зменшення кількості та погіршення якості питної води, зростання кількості інфекційних захворювань та алергійних проявів, порушення нормального функціонування енергетичних систем (*Шевченко та ін., 2013*).

##### *1. Тепловий стрес.*

Ризик виникнення теплового стресу у населених пунктах може підвищуватися зі зростанням температури повітря, повторюваності проявів хвиль тепла у містах та посилюватися наявністю острову тепла. Окрім цього, на вразливість до теплового стресу впливає структура населення – значна частка людей похилого віку, дітей, людей, що мають хронічні захворювання підвищує вразливість населеного пункту до прояву цього негативного

наслідку зміни клімату. До чинників, що впливають на вразливість до теплового стресу також належать якість медичного обслуговування (зокрема, швидкої допомоги) та доступ населення до достовірної інформації про погоду (інформування усіх, особливо, вразливих категорій населення про спекотні періоди).

## *2. Підтоплення.*

Підтоплення населеного пункту може бути спричинено випаданням значної кількості опадів за короткий час, швидким таненням великого обсягу снігу, підйомом рівня води у водоймах, паводком на річках, тощо. До чинників, що підвищуватимуть вразливість населених пунктів до підтоплення належать: відсутність у населеному пункті зливової каналізації (або її поганий технічний стан), переважання у населеному пункті штучних водонепроникних поверхонь, крізь які вода не інфільтрується, а має стікати, а також переважання вразливих груп в структурі населення та неналежна робота медичних служб.

## *3. Зменшення площ та порушення видового складу зелених зон.*

Кожен вид рослин пристосований до певних екологічних умов (тепла, вологи, надходження сонячної радіації, тощо). Певні значення кожного з екологічних чинників є оптимальними. Якщо значення чинника виходять за межі оптимуму, ріст та розвиток рослини спершу пригнічується, а подальший вплив може призвести до її загибелі. Рослини, що ростуть в умовах помірного клімату, є пристосованими до зимових та літніх температур, що спостерігаються в цих широтах. Зростання літніх екстремальних температур (яке у містах додатково посилюється за рахунок острова тепла) несе загрозу зникнення окремих видів, що може порушити видовий склад зелених зон. Також посилюють негативний вплив на рослини, а відповідно, і вразливість зелених зон, нові шкідники та хвороби – для яких зростання температури створює сприятливі умови. Важливим чинником є погана якість атмосферного повітря у містах – загальновідомо, що більшість видів міських рослин є дуже чутливими до підвищених концентрацій забруднювальних речовин, а у більшості великих міст окремі забруднювачі перевищують граничнодопустимі нормативи їх вмісту у повітрі. Погіршують стан зелених насаджень і економічні чинники – недостатнє фінансування підприємств, що утримують зелені насадження, призводить до поганого догляду за рослинами, низького рівня агротехніки, відсутності поливу у періоди, коли рослини цього потребують.

## *4. Наслідки стихійних метеорологічних явищ.*

Стихійні метеорологічні явища – це явища погоди, які за своїми кількісними показниками, тривалістю і територією розповсюдження створюють загрозу для населення, порушують функціонування або призводять до масштабних пошкоджень об'єктів господарського комплексу, завдають шкоди довкіллю (*Настанова з гідрометеорологічного прогнозування, 2019*). До стихійних метеорологічних явищ належать сильні опади (сніг, дощ та сніг з дощем, дощ у селенебезпечних районах, злива, тривалі дощі), сильний туман, сильний вітер, у тому числі шквал, сильна

хуртовина та сильна пилова буря, сильні налипання мокрого снігу, сильні складні відкладення ожеледі та паморозі, сильна ожеледь, сильний заморозок, надзвичайна спека та надзвичайний мороз. Критерії для ідентифікації стихійних метеорологічних явищ містяться у нормативних документах Українського гідрометеорологічного центру та Державної служби України з надзвичайних ситуацій (*Настанова з гідрометеорологічного прогнозування, 2019*). Прояв стихійних метеорологічних явищ може призводити до найрізноманітніших наслідків – перебоїв у нормальній роботі інфраструктури населеного пункту, руйнувань або пошкоджень промислових об'єктів (що може спричинити аварійні викиди чи скиди забруднювальних речовин в довкілля, людські жертви), сильний вітер може спричинити обрив ліній електропередач та перебої в електропостачанні, пошкодження дерев, що в свою чергу, також призводить до негативних наслідків. Наслідки стихійних метеорологічних явищ можуть бути дуже масштабними і потребувати значних коштів для їх ліквідації, спричинити людські жертви.

При цьому варто брати до уваги, що прогнозування стихійних метеорологічних явищ пов'язано з певними складнощами (інколи важко спрогнозувати інтенсивність явища, час його початку та завершення, точне місце прояву).

#### *5. Зменшення кількості та погіршення якості питної води.*

Нестача власних джерел водопостачання у населеному пункті або неналежна якість води в них спричинює використання привізної води для потреб населення, що робить населений пункт вразливішим до погіршення якості та зменшення кількості питної води. Використання води з поверхневих джерел підвищує ймовірність погіршення її якості (скиди стічних вод підприємств, поширення інфекцій) та/або зменшення кількості внаслідок зміни термічного режиму повітря, зменшення кількості опадів, а, відповідно, і річкового стоку.

Негативна тенденція річкового стоку та прогноз його подальшого зниження суттєво підвищує вразливість населеного пункту, особливо якщо в ньому переважає поверхневе водопостачання. Також підвищують вразливість населеного пункту до зменшення кількості та погіршення якості питної води, наявність у ньому потужних промислових підприємств, які споживають значну кількість води, та неналежний стан водопровідної мережі, що спричинює суттєві втрати при подачі води споживачам.

#### *6. Зростання кількості інфекційних захворювань та алергійних проявів.*

Зростання зимових температур повітря призведе до покращення умов перезимівлі інфекційних збудників та паразитів і відповідно, до розширення їх ареалів існування. Крім того, підвищення температури може спричинити активніше поширення збудників із природних осередків. Міський острів тепла ще більше підвищує температуру і, відповідно, у містах таким чином створюються ще сприятливіші умови для перезимівлі збудників захворювань. Прояв стихійних метеорологічних явищ може також сприяти поширенню інфекційних захворювань (наприклад, сильні опади можуть призводити до

підтоплення територій і, відповідно, до швидшого поширення інфекційних захворювань). Концентрація значної кількості населення у великих містах сприяє швидкому поширенню різноманітних інфекційних захворювань.

Послаблення імунітету більшості міських жителів (що спричинено забрудненням атмосферного повітря, щоденними стресами на роботі, тощо), спричинює підвищену схильність до алергії і частка алергіків у міському середовищі, порівняно з сільською місцевістю, значно зростає. У малозабезпеченого населення до чинників послаблення імунітету додаються ще й неналежні умови праці та проживання, погане харчування, відсутність повноцінного відпочинку.

#### *7. Порушення нормального функціонування енергетичних систем міста.*

Негативний вплив зміни клімату на енергетичну систему може проявлятися у двох основних напрямках:

##### **А) Підвищенні попиту на електроенергію.**

Зростання повторюваності хвиль тепла та температури повітря, що посилюється наявністю міського острова тепла, призведе до зростання споживання електроенергії та навантаження на енергосистеми населеного пункту у літній період (збільшаться витрати енергії на кондиціонування повітря). Також зростає енергоспоживання у періоди з екстремально низькими зимовими температурами – для додаткового обігріву приміщень.

##### **Б) Виробленні електроенергії та енергопостачанні споживачів:**

- сильний вітер та деякі інші стихійні метеорологічні явища (зростання частоти та інтенсивності яких прогнозується) можуть призвести до обривів ліній електропередач та порушення нормального енергопостачання споживачів. Також стихійні метеорологічні явища можуть призвести до підтоплення або руйнування розподільчих підстанцій чи інших об'єктів, що належать до енергосистеми населеного пункту;

- зростання температури повітря, перерозподіл опадів, збільшення випаровування з поверхні водних об'єктів може спричинити зниження об'ємів стоку річок і вплинути на виробництво електроенергії гідроелектростанціями; зростання температури повітря може негативно вплинути на роботу теплових та атомних електростанцій (наприклад, в результаті підвищення температури у водних системах охолодження, може відбутися аварійна зупинка станцій – як це вже відбувалося у Європі під час хвиль тепла 2003 та 2006 рр.).

## **2.2 Методика оцінки вразливості до зміни клімату**

Методика, обрана для оцінки вразливості Вінницької МТГ до зміни клімату, передбачає застосування змішаних індикаторів, які поділені на 7 груп – для встановлення вразливості до вище зазначених негативних наслідків кліматичної зміни (*Шевченко та ін., 2014, Шевченко, 2021*). Для кожного індикатора є своя шкала, згідно якої визначається, до якої градації будуть віднесені його значення і в скільки балів оцінені.

Для визначення найнебезпечніших наслідків кліматичної зміни для населеного пункту, слід проаналізувати кожен індикатор (додаток 1),

заповнити оціночну форму, підрахувати кількість балів по кожній групі індикаторів та ранжувати групи за набраною кількістю. Максимально можлива кількість балів для кожної групи становить 24. Якщо певна група індикаторів в результаті оцінки набрала 14 балів і вище (тобто вище 60 % від максимально можливого), то це свідчить, що населений пункт дуже вразливий до певного негативного наслідку зміни клімату і необхідно розробляти заходи з адаптації, включати їх до плану та реалізовувати. Для груп індикаторів, що набрали меншу кількість балів, хоча вразливість населеного пункту до цих негативних наслідків є не настільки високою, також бажано передбачити заходи в плані з адаптації до зміни клімату.

Оскільки, зміни в соціальній структурі населеного пункту, енергетичній системі, динаміці розвитку зелених зон можуть відбутися досить швидко, тому варто принаймні раз на кілька років знову аналізувати всю необхідну інформацію та здійснювати оцінку вразливості.

### **2.3 Результати оцінки вразливості Вінницької міської територіальної громади до зміни клімату**

В процесі здійснення оцінки вразливості Вінницької МТГ була ретельно проаналізована вихідна інформація та кожен індикатор і заповнена оціночна форма – результати представлено у таблиці 12. Варто також зазначити, що оскільки значна частина статистичної інформації для оцінки була надана в цілому для Вінницької МТГ, а не по окремих населених пунктах, то оцінка вразливості здійснювалася для всієї громади загалом без розподілу на м. Вінницю та села.

Таблиця 12. Результати оцінки вразливості Вінницької міської територіальної громади до проявів зміни клімату

№ індикатора*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ
Група I. Тепловий стрес	2	2	1	2	1	0	0	1	1	2	1	1	14
Група II. Підтоплення	1	1	1	2	2	0	1	1	0	0	1	0	10
Група III. Зелені зони	2	2	1	0	1	1	1	2	0	1	1	2	14
Група IV. Стихійні метеорологічні явища	2	2	2	4	0	0	-	-	-	-	-	-	10
Група V. Якість та кількість питної води	0	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	0	14
Група VI. Інфекційні захворювання та алергійні прояви	2	2	2	0	2	2	-	-	-	-	-	-	10
Група VII. Енергетичні системи громади	4	2	0	2	2	2	-	-	-	-	-	-	12

\*перелік індикаторів наведено в додатку 2.

Як свідчать результати оцінки вразливості Вінницької МТГ до наслідків зміни клімату, МТГ є найбільш вразливою до теплового стресу, погіршення якості та зменшення кількості питної води, а також дуже вразливими є міські зелені зони. Рівень вразливості є однаковим – вразливість до кожного з наслідків набрала 14 балів з 24 можливих.

*Тепловий стрес.* Вразливість МТГ до теплового стресу спричинена, перш за все, зростанням температури (що вже відбувається та прогнозується у майбутньому), збільшенням кількості днів з високими температурами та суттєвим зростанням кількості випадків хвиль тепла (більш ніж удвічі). Ці чинники належать до фізичного впливу зміни клімату і вплинути на інтенсивність їх прояву дуже складно і на це потрібен тривалий час.

Посилюватиме негативний вплив спеки значна частка штучних поверхонь у місті Вінниця – вони мають здатність сильно нагріватися та сприяти додатковому локальному підвищенню температури приземного шару і формувати острів тепла або так звані «осередки тепла» на окремих ділянках території. У селах, які входять до Вінницької МТГ, відсоток штучних поверхонь є нижчим, порівняно з м. Вінницею, відповідно і вплив цього чинника – дещо слабшим.

У Вінницькій МТГ значним є відсоток категорій населення, що вразливе до надмірної спеки – лише люди похилого віку та люди з інвалідністю становлять майже 30% у структурі населення м. Вінниці, 15,3% припадає на дітей віком до 14 років.

Також важливим чинником, що підвищує вразливість населення громади до теплового стресу, є відсутність налагодженої схеми реагування на спеку. Здійснення завчасного інформування населення про періоди спеки, що наближається, не передбачено, а проведення інформаційних компаній для усіх верств населення про правила поведінки під час спеки, реалізується у лише у разі прийняття відповідного рішення міської комісії з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій. В той же час, у багатьох містах світу успішно розроблені та впроваджені в дію системи оповіщення про спеку, що може завдати шкоди здоров'ю (Heat Health Warning System – HHWS).

*Вразливість до погіршення якості та зменшення кількості питної води.* Одним із основних чинників, що визначає вразливість Вінницької МТГ до погіршення якості та зменшення кількості питної води, є те, що основним джерелом водопостачання м. Вінниці є річка Південний Буг, з якої здійснюється поверхневий водозабір. У м. Вінниці проживає переважна більшість населення громади (близько 95%) і відповідно, зростання частоти прояву явищ та впливу чинників, які призводять до зменшення річкового стоку, так само, як і наявність на території МТГ підприємств, що споживають воду та здійснюють скиди у річку Південний Буг, таким чином погіршуючи її якість, підвищує вразливість громади до проблем з питною водою.

Суттєво підвищує вразливість Вінницької МТГ до погіршення якості та зменшення кількості питної води, неналежний стан водопровідної мережі та

водоочисних споруд м. Вінниці (60,0% водопровідних мереж відпрацювали встановлені терміни експлуатації, 28% з яких мають розряд аварійних та потребують негайної заміни). Поганий технічний стан водопровідних мереж м. Вінниці призводить до того, що частка втрат води в мережах становить 28%.

*Вразливість зелених зон.* Висока вразливість зелених зон Вінницької МТГ спричинена цілою низкою чинників – перш за все, зростанням температури повітря, зміною характеру випадання опадів протягом вегетаційного періоду, зростанням частоти посух та хвиль тепла, що призводить до суттєвої зміни екологічних умов для рослин. В майбутньому очікується подальше зростання температури повітря та зміна метеорологічних умов під час вегетаційного періоду. Таким чином, умови росту для існуючих зелених насаджень у населених пунктах громади ще погіршаться, а також ускладниться створення нових та розвиток існуючих зелених зон (адже, за нових кліматичних умов рослини дуже важко приживатимуться і потребуватимуть значно ретельнішого догляду, ніж це було раніше).

Підвищує вразливість і поява «агресивних» інвазивних видів, нових шкідників та захворювань рослин, що вже зафіксовані у Вінницькій МТГ. Оскільки, прогнозується подальша зміна клімату, то, очевидно, що кількість інвазивних видів, шкідників та захворювань рослин може зростати, адже нові умови будуть сприятливими для їх поширення з південніших тепліших регіонів.

Негативним чинником, що підвищує вразливість зелених зон також є високий вміст діоксиду азоту та формальдегіду в повітрі міста. Концентрації цих речовин у м. Вінниці часто перевищують нормативи (особливо, у вегетаційний період), що негативно впливає на міські рослини.

Підвищують вразливість зелених зон Вінницької МТГ до зміни клімату також соціально-економічні чинники. Спостерігається тенденція щодо забудови вільних територій часто за рахунок скорочення зеленої зони міста, що обумовлює втрату земельних екологічно важливих резерватів міста та екологічного пріоритету в процесі містобудування. Крім того, через військовий стан в країні забезпечення фінансовим ресурсом не відбувається в повній мірі.

*Вразливість енергетичних систем* Вінницької МТГ до зміни клімату визначається як фізичними впливом проявів зміни клімату (підвищення температури повітря та повторюваності хвиль тепла влітку, що призводить до зростання споживання електроенергії для кондиціонування приміщень; зростання повторюваності стихійних метеорологічних явищ, що можуть призвести до обриву ліній електропередач та порушення енергопостачання споживачів), так і тим, що в останні роки відбувається збільшення енергоспоживаючого обладнання на території громади, що призводить до зростання навантаження на енергетичну систему, а повітряні лінії електромереж потребують оновлення.

Вразливість Вінницької МТГ до прояву стихійних метеорологічних явищ, підтоплення і до інфекційних захворювань та алергійних проявів є дещо

нижчою, порівняно з розглянутими вище – дані групи індикаторів набрали по 10 балів з 24 можливих.

*Вразливість до прояву стихійних метеорологічних явищ.* З одного боку на території громади в останні роки зростає повторюваність стихійних метеорологічних явищ і в майбутньому очікується подальше їх зростання, з іншого – в останні роки не зафіксовано значних руйнувань та збитків в результаті прояву цих явищ. Підвищує вразливість до цього наслідку зміни клімату відсутність зливової каналізації в окремих населених пунктах МТГ та її поганий стан на окремих ділянках, в тих населених пунктах громади, де вона функціонує. Також на території громади не передбачено системи інформування населення про погоду та клімат, зокрема, про прояви стихійних метеорологічних явищ.

*Вразливість Вінницької МТГ до підтоплення.* Вразливість громади до підтоплення визначається, перш за все, двома чинниками – наявністю в межах громади великої водної артерії – річки Південний Буг та значними площами водонепроникних поверхонь. Згідно Плану управління ризиками затоплення на окремих територіях у межах району басейну річки Південний Буг на 2023–2030 роки, затвердженого Розпорядженням Кабінету Міністрів України, ділянку річки Південний Буг в межах громади визначено територією із потенційним значним ризиком затоплення. Проте, даний План передбачає заходи організаційного та технічного характеру з метою зменшення потенційного негативного впливу затоплень на життєдіяльність людини, навколишнє природне середовище, культурну спадщину та господарську діяльність, що, відповідно, дещо знижує вразливість громади до підтоплення в результаті можливого підняття рівня води у річці Південний Буг.

Щодо підтоплення окремих ділянок території громади внаслідок випадання значної кількості опадів, то це спричинюється неналежною роботою окремих ділянок зливової каналізації, значним відсотком водонепроникних поверхонь, відсутністю сучасних об'єктів для забезпечення сталого управління дощовою водою. Проте, випадки локального підтоплення незначних територій не становлять загрози для життя та здоров'я мешканців, а лише можуть створювати незручності в повсякденному житті та отриманні базових послуг.

*Вразливість до інфекційних захворювань та алергійних проявів.* Важливу роль у формуванні вразливості Вінницької МТГ до інфекційних захворювань та алергійних проявів відіграють значна частка вразливих груп населення, прогнозоване зростання температури (що створює сприятливі умови для поширення нових збудників інфекційних захворювань), наявність природних осередків інфекційних захворювань на території громади та поблизу.

### Розділ 3

## Пропоновані заходи адаптації Вінницької міської територіальної громади за результатами оцінки вразливості до зміни клімату

### *Адаптація до зміни клімату.*

Адаптація передбачає розробку і впровадження заходів, що дозволяють пристосувати економіку до змін, що відбуваються, враховуючи як вигоди, так і збитки від них. Адаптація дозволяє знизити рівень шкідливості чинника, використати всі існуючі для цього можливості і також передбачає розробку відповідних стратегій реагування.

При розробці плану адаптації галузі економіки, міста чи регіону можуть бути використані різноманітні заходи. За способом реалізації вони можуть бути поділені на наступні групи:

1. *Інженерно-технічні.* Можуть використовуватися для мінімізації ризиків пов'язаних багатьма негативними наслідками кліматичної зміни і тому вони дуже різноманітні. Серед них можна виділити періодичні та одноразові. До цієї групи належать, наприклад, впровадження водоочисних споруд для зворотного циклу водопостачання на підприємствах, оновлення основних фондів електроенергетичної системи, накопичення та використання дощової води в індивідуальних домогосподарствах, тощо.

2. *Будівельно-архітектурні заходи.* В цій групі переважають заходи, реалізація яких потребує тривалого часу і, досить часто – значних фінансових витрат, проте і позитивний вплив від їх реалізації також триватиме довго. До цієї групи належать, наприклад, застосування зелених дахів та стін, використання для побудови тротуарів та стоянок матеріалів, що менше нагріваються та добре пропускають воду (створення так званих «пористих» поверхонь), тощо.

3. *Економічні заходи* відіграють важливу роль для зменшення вразливості до окремих негативних наслідків кліматичної зміни – вони є ефективними для зниження використання води та електроенергії, скидів та викидів забруднювальних речовин у водне та повітряне середовище, а також можуть допомогти швидше ліквідувати збитки та відновити пошкоджене. До цієї групи належать: страхування збитків від підтоплення чи наслідків стихійних метеорологічних явищ, пільгове оподаткування за умови озеленення міської прибудинкової території та поверхонь будівель, підвищення цін на понадлімітне використання води у посушливі періоди, тощо. Страхування є найпоширенішим економічним заходом адаптації. Його сенс полягає в захисті ряду секторів економіки від несподіваних або нещасних випадків, включаючи екстремальні погодні умови.

4. *Заходи організаційного характеру*, як правило, потребують значно менше коштів та часу на реалізацію, порівняно з будівельно-архітектурними та інженерно-технічними, проте, можуть бути не менш ефективними. До цієї групи належать: переведення швидкої допомоги та пожежної охорони у стан підвищеної готовності в періоди сильної спеки; зміна графіку роботи

підприємств, які надають послуги населенню (поштові відділення, банки тощо) з урахуванням періодів найбільшої спеки впродовж дня; під час хвиль тепла постійне нагадування на всіх радіо- й телеканалах про основні правила поведінки в умовах спеки та правила протипожежної безпеки тощо.

Основними принципами розробки плану адаптації населеного пункту до кліматичної зміни є наступні:

1. Адаптація до зміни клімату потребує комплексного підходу та виконання заходів на різних рівнях.

2. Для окремих негативних наслідків зміни клімату, важливо розробити систему моніторингу/раннього оповіщення населення/управління ризиком. *Наприклад, в Парижі після прояву дуже інтенсивних хвиль тепла 2003 та 2006 рр. впроваджена система оповіщення про спекотну погоду, що може зашкодити здоров'ю, функціонування якої знижує вразливість міста до теплового стресу.*

3. Одним із важливих організаційних завдань при розробці заходів з адаптації до зміни клімату є проведення потужної інформаційної кампанії.

4. В умовах, коли проблема кліматичної зміни постає все гостріше будь-яке питання в населеному пункті (планування забудови нових районів, розвитку транспортної інфраструктури, тощо) має вирішуватися з урахуванням прогнозованих змін.

5. Ефективним є використання технологій «подвійного дивіденду» – це технології боротьби з кліматичними змінами, які поряд з екологічними, дають змогу досягти певних економічних цілей. Наприклад, технології «подвійного дивіденду» лягли в основу антикризового плану США, прийнятого Б. Обамою в лютому 2009 р. Перший блок заходів в його рамках називається «Створення робочих місць з використанням чистої, ефективної американської енергетики», що ставив за мету досягти конкретних соціально-економічних цілей та вирішити проблеми навколишнього середовища.

6. При формуванні плану адаптації до зміни клімату, слід звернути увагу, що є заходи, які допомагають послабити відразу кілька негативних наслідків кліматичної зміни. До таких, наприклад, належить озеленення міста.

### ***Заходи з адаптації Вінницької міської територіальної громади до теплового стресу***

Розробка та впровадження системи оповіщення про спекотну погоду, що може зашкодити здоров'ю (Heat Health Warning System (HHWS)). HHWS – це система, що використовує метеорологічні прогнози з метою вживання заходів спрямованих на скорочення негативного впливу спекотної погоди на громадське здоров'я. Системи оповіщення населення про спеку можуть бути загальнодержавного масштабу або локального – для окремих регіонів чи міст. В таких системах має бути передбачено оповіщення усіх категорій споживачів з використанням різноманітних способів передачі інформації: для підприємств та організацій – за допомогою інтернету та факсу, для населення – смс-розсилка, радіо та телебачення. Створення та ефективна робота такої системи

можлива лише за умови злагодженої співпраці місцевої влади та метеорологічних організацій. Метеорологи надають завчасну та достовірну інформацію про очікувану спеку, влада забезпечує донесення цієї інформації до людей. Для того, щоб отримана інформація була максимально корисною – з населенням попередньо має проводитися роз'яснювальна робота про те, як діяти під час хвиль тепла, захистити себе та допомогти найбільш вразливим категоріям населення. Одним зі способів донесення такої інформації є проведення тематичних семінарів у школах, вищих навчальних закладах, установах та організаціях з практичними рекомендаціями, що будуть корисними людям у побуті.

*Заходи організаційного характеру:*

- переведення швидкої допомоги та пожежної охорони у стан підвищеної готовності в періоди сильної спеки; за потреби – збільшення кількості лікарів на чергуваннях;

- зміни у графіку роботи підприємств, що надають послуги населенню (поштові відділення, банки тощо) з урахуванням періодів найбільшої спеки впродовж дня;

- під час хвиль тепла постійне нагадування основних правил поведінки в умовах спеки та правил протипожежної безпеки на всіх радіо- й телеканалах;

- реалізація добре спланованої інформаційної кампанії про зміну клімату, чинники, що її спричинюють, тепловий стрес – як один із її наслідків та способи його уникнення. Така кампанія має охопити всі верстви населення – різного віку та роду занять і використовувати всі можливі засоби – інтернет, соціальну рекламу на радіо та телебаченні, буклети, флайєри, презентації у школах, тощо;

- забезпечення створення комфортного температурного режиму під час хвиль тепла у місцях скупчення значної кількості людей, що належать до вразливих груп населення (дитячі дошкільні установи, лікарні, будинки престарілих); облаштування додаткових затінених зон для населення в парках, скверах, біля водойм в періоди високих температур;

- моніторинг вразливих груп населення (ідентифікація їх кількості, розподілу по території громади, по районах, тощо) для координування дій, спрямованих на допомогу їм у випадку спекотної погоди;

- впровадження ефективного транспортного менеджменту з метою зменшення заторів на дорогах (а, відповідно, зниження викидів тепла та забруднювальних речовин від автомобілів).

*Будівельно-архітектурні заходи:*

- використання для побудови тротуарів та стоянок матеріалів, що менше нагріваються. Створення «пористих» тротуарів та автостоянок (рис. 17) – має відразу дві переваги: по-перше, вони менше нагріваються ніж звичайні, по-друге, крізь них відбувається інфільтрація опадів – відповідно, знижується ризик підтоплення території, а випаровування вологи, що потрапила в ґрунт крізь отвори також сприяє зниженню температури над такою поверхнею;



Рис. 17. Приклад застосування газонних решіток для створення водопроникних тротуарів та паркувальних майданчиків.

- створення якомога більшої кількості зелених зон в межах МТГ. Позитивний вплив буде, як від зелених зон з деревними насадженнями, що створюють затінення території та перешкоджають додатковому нагріву підстильної поверхні і будівель, так і від газонів та клумб на прибудинкових територіях (адже, будь-яка незаасфальтована територія – це додаткове випаровування і відповідно охолодження повітря);
- використання відкритої води та водних об'єктів – будівництво фонтанів, створення ставків, відновлення та належний догляд за природними водоймами – ріками, озерами;
- використання для дахів та фасадів будинків матеріалів, що відбивають максимальну кількість сонячної радіації. Добре відомим є те, що світлі кольори поглинають менше сонячної радіації, тому навіть перефарбовування зовнішніх стін у світлі кольори допоможе дещо знизити їх нагрівання;
- контроль надходження сонячної радіації всередину приміщень завдяки особливостям їх будови (наприклад, використання навісів над вікнами, ролетів, дерев'яних жалюзі, тощо) (рис. 18) або насадження дерев поблизу;



Рис. 18. Приклади застосування зовнішніх ролетів для контролю надходження сонячної радіації в середину приміщень (фото з веб-сайтів <https://rollife.kiev.ua/naruzhnye-zhalyuzi/>; [https://okna.ua/ua/price\\_list/p-15408](https://okna.ua/ua/price_list/p-15408)).

- застосування зелених дахів та стін з метою зниження нагріву будівель (рис. 19);



Рис. 19. Приклад застосування зелених дахів з метою мінімізації міського острова тепла (фото з веб-сайту <https://psci.princeton.edu/tips/2022/7/8/all-about-green-roofs>).

- забезпечення якнайкращої термоізоляції будівель – буде корисним як влітку – для зменшення нагріву приміщень, так і в зимовий період – зменшить втрати тепла приміщенням;
- будівництво нових будівель – структура, яких така, що забезпечує природну вентиляцію всередині приміщень та рух повітря між будинками.

***Заходи з адаптації Вінницької міської територіальної громади до зменшення кількості та погіршення якості питної води***

*Заходи організаційного характеру:*

- підвищення обізнаності серед населення – як спосіб нарощування потенціалу для економії води. Впровадження освітніх і навчальних програм з ефективного водокористування, масштабна інформаційна компанія з використанням радіо, телебачення, інформаційних листівок та флайєрів, соціальної реклами;

- створення стратегічного плану на випадок посухи та розподілу води між споживачами в умовах її обмеженої кількості;

- стимулювання системи управління водними ресурсами громади та регіону для запобігання заболочування, ерозії та вимивання;

- розробка системи управління дощовою водою в межах населених пунктів, що передбачає створення резервуарів для її накопичення та використання для господарських потреб, створення дощових садів, зелених дахів та інші заходи;

*Інженерно-технічні заходи:*

- розвідка і видобуток нових підземних джерел водопостачання у Вінницькій МТГ;

- підвищення ефективності водокористування через повторне використання води. Активне впровадження водоочисних споруд для зворотного циклу водопостачання;

- підвищення ступеня рециркуляції води для промислових потреб;

- впровадження додаткових способів очистки стічних вод.

- використання пристроїв, що дають змогу зменшити водоспоживання – на виробництві, в побуті, в громадських місцях;

- підтримання водопровідної мережі у належному стані з метою уникнення аварій та зменшення втрат води на шляху до споживача. Здійснення періодичних технічних оглядів та планових ремонтів;

*Економічні заходи:*

- сприяння зниженню споживання води у промисловості, енергетиці та побуті через застосування субсидій, податків і штрафів;

- зростання ціни на понадлімітне використання води у певні (посушливі) періоди.

***Заходи з адаптації зелених зон Вінницької міської територіальної громади до кліматичної зміни***

*Заходи організаційного характеру:*

- розробка системи моніторингу зелених зон для виявлення «небезпечних місць», де можуть виникнути пожежі та системи моніторингу за хворобами рослин та шкідниками;

- проведення широкої інформаційної компанії для населення про вразливість зелених насаджень та способи її зниження;

- проведення цифрової інвентаризації зелених насаджень в межах громади, розробка паспортів на них;

- проведення досліджень з метою створення переліку видів рослин (дерев, чагарників, ін.), які краще пристосуються до очікуваної зміни клімату в даному регіоні та сприяти їх поширенню (заміна дерев, які гинуть, в парковій зоні на ці види);

- організація швидкого вирубування та прибирання дерев, пошкоджених вітром, чи внаслідок прояву стихійних метеорологічних явищ;

- розробка та реалізація плану заходів зі зменшення викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря, з метою мінімізації негативного впливу забруднення атмосферного повітря на зелені насадження міста;

- для обслуговування зелених зон брати на роботу фахівців з відповідною освітою, що можуть забезпечити рослинам належний догляд;

- популяризація сталих типів озеленення і зміна практик догляду за озелененням (наприклад, використання дерев з великою кроною, відмова від однорічників, висадка багаторічників, створення ярусного озеленення, створення міських луків, тощо);

- організація дослідження загроз пов'язаних з інвазивними видами, визначення оптимальних методів боротьби з ними та практична реалізація результатів цих досліджень.

*Інженерно-технічні заходи:*

- створення штучних систем поливу для забезпечення оптимальних умов зволоження ґрунту під час літніх сухих і спекотних періодів (бажано – з використанням дощової води);

- вертикальне озеленення будівель та застосування кращих зразків світового досвіду озеленення міських територій в умовах обмежених площ (рис. 20);

- забезпечення належного рівня агротехніки, дотримання технологій посадки, обрізки, догляду за деревами та обстеження;

- періодичне розчищення та вирубування сухостою для мінімізації ймовірності поширення пожеж;

- утилізація дерев чи гілок уражених шкідниками чи хворобами з метою недопущення їх подальшого поширення на інші дерева;

- при плануванні нових зелених зон передбачати створення в їх межах водних об'єктів та забезпечити відновлення наявних, що перебувають в поганому стані в межах існуючих зелених зон. Адже, навіть невеликі водні об'єкти сприяють зменшенню теплового навантаження;

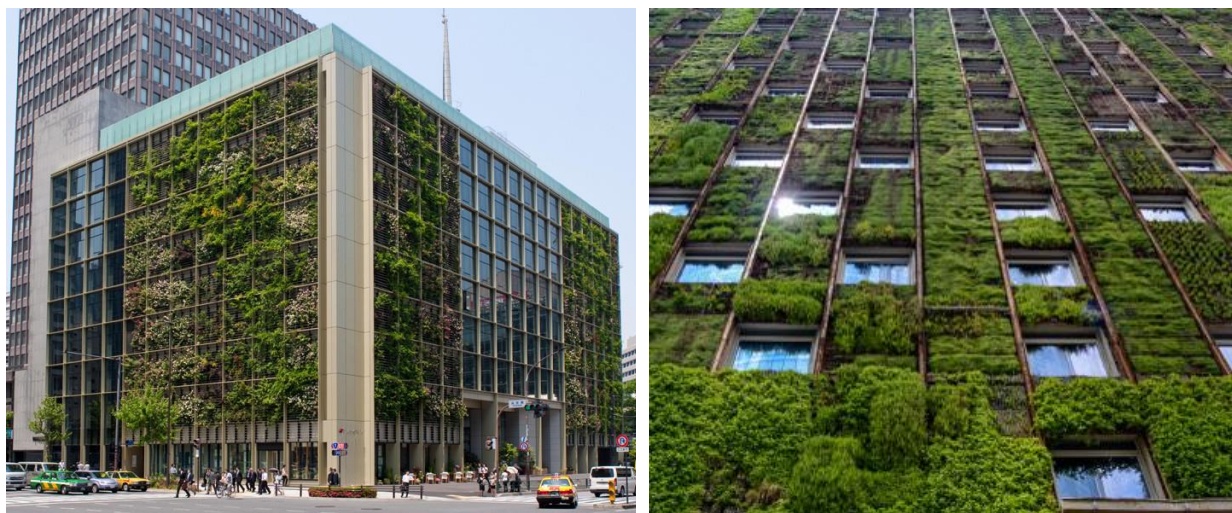


Рис. 20. Приклади вертикального озеленення (фото з веб-сайтів <https://www.archdaily.com/957558/vertical-greenery-impacts-on-the-urban-landscape>; <https://youmatter.world/en/csr-strategy-the-9-benefits-of-business-buildings-with-vertical-green-walls/>).

- при побудові нових мікрорайонів обов'язкове створення нових зелених зон.

### *Заходи з адаптації енергетичних систем Вінницької міської територіальної громади до зміни клімату*

#### *Заходи організаційного характеру:*

- проведення широкої інформаційної компанії для населення, спрямованої на зниження енергоспоживання;

#### *Інженерно-технічні заходи:*

- оновлення основних фондів, стратегія поетапної модернізації – заміна зношеної та застарілої інфраструктури на стійкішу до впливів стихійних метеорологічних явищ;

- розвиток у Вінницькій МТГ альтернативних джерел енергії. Наприклад, встановлення на дахах будівель сонячних панелей, створення парків сонячних батарей, встановлення вітроенергетичних установок пропелерного типу, тощо (рис. 21).



Рис. 21. Використання альтернативних джерел енергії в районі Вобан (Фрайбург, Німеччина) (фото з веб-сайту <https://visit.freiburg.de/en/attractions/quartier-vauban>).

***Заходи зі зменшення негативних наслідків впливу зміни клімату на здоров'я населення Вінницької міської територіальної громади***

***Заходи організаційного характеру:***

- інформаційна кампанія, спрямована на підвищення обізнаності населення про вплив кліматичної зміни на появу нових алергенів та поширення захворювань (включаючи їх симптоми та способи надання домедичної допомоги). Розробка і видання інформаційно-освітніх матеріалів для різних цільових груп з питань впливу зміни клімату на здоров'я;
- спільно з представниками установ системи охорони здоров'я розробка та реалізація протиепідемічних заходів захисту населення в умовах зміни клімату;
- аналіз кількості установ системи охорони здоров'я, проведення оцінки їх роботи, аналіз можливості підготовки інфраструктури охорони здоров'я до наслідків впливу зміни клімату на здоров'я мешканців, розробка відповідного плану та визначення проблемних моментів в його реалізації;
- розробка та реалізація плану заходів зі зменшення викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря (регулярне вдихання забрудненого повітря призводить до ослаблення імунітету та виникнення хронічних захворювань у населення, що відповідно робить його вразливішим до інфекцій та виникнення алергійних реакцій у організмі);
- виявлення та контроль природно-осередкових територій поширення захворювань (якщо вони є поблизу громади);
- встановлення в парках та скверах табличок та проведення роз'яснювальної роботи з населенням про хворобу Лайма (бореліоз).

***Інженерно-технічні заходи:***

- при озелененні враховувати алергенні властивості рослин та їх пристосованість до кліматичних умов;

- для боротьби амброзією (що є інвазивним видом, який викликає сильну алергію) застосовувати спеціальні хімічні засоби, а також в місцях, де це можливо здійснювати витіснення амброзії іншими рослинами.

*Економічні заходи:*

- забезпечення належного фінансування установ охорони здоров'я громади;

- покращення матеріально-технічної бази лабораторій та їх технічного оснащення для виявлення чутливих до кліматичної зміни патогенних мікроорганізмів з метою ефективного діагнозу інфікованих осіб, заражених компонентів крові, інфікованих органів.

### ***Заходи з адаптації Вінницької міської територіальної громади до проявів стихійних метеорологічних явищ***

*Заходи організаційного характеру:*

- спільно з метеорологами підготовка переліку стихійних метеорологічних явищ, що мають високу ймовірність прояву у даному регіоні;

- проведення інформаційної роботи з мешканцями громади з метою інформування про можливі стихійні метеорологічні явища у регіоні, можливі їх наслідки, правила поведінки в умовах надзвичайних ситуацій, спричинених проявом стихійних метеорологічних явищ;

- розробка та контроль за роботою системи оповіщення населення про можливі стихійні метеорологічні явища, їх масштаби та прогнозовані наслідки;

*Економічні заходи:*

- страхування збитків від стихійних метеорологічних явищ.

### ***Заходи з адаптації Вінницької міської територіальної громади до підтоплення***

*Інженерно-технічні заходи:*

- забезпечення належного функціонування зливової каналізаційної системи для прийняття значної кількості води під час зливових опадів, в тих частинах громади, де вона є, а також створення в межах Вінницької МТГ якомога більшої кількості об'єктів для забезпечення сталого управління дощовою водою (наприклад, дощових садів (рис. 22), збір дощової води у спеціальні резервуари з подальшим використанням, тощо);



Рис. 22. Дощовий садок (рисунок з веб-сайту <https://ucn.org.ua/?p=7858>).

- реалізація заходів, спрямованих на збереження та розвиток водних об'єктів Вінницької МТГ.
- укріплення берегів річок та інших водойм, що є на території громади;
- з метою збільшення площі поверхонь, крізь які може відбуватися інфільтрація води у ґрунт та зменшення тиску на дренажні системи під час сильної зливи – зменшувати водонепроникні поверхні та підтримувати/збільшувати кількість зелених насаджень у населених пунктах (рис. 23).



Рис. 23. Приклад озеленення трамвайних колій з метою збільшення площ природних поверхонь у міському середовищі (місто Фрайбург, Німеччина)

<http://transportsceneireland.smugmug.com/RailSceneEurope/European-Trams/Freiburg-Trams>).

*Будівельно-архітектурні заходи:*

- проєктування нових будівель та інфраструктури з використанням відповідних конструкцій та матеріалів стійких до підтоплення;
- використання інновацій при проєктуванні будівель – зелених дахів або стін (що можуть увібрати певну кількість води при випаданні зливових опадів і тим самим знизити ризик підтоплення), резервуарів для тимчасового зберігання дощової води (функція яких така ж сама, крім того, дощова вода може бути використана для технічних потреб у домогосподарстві, наприклад, для поливу газонів, тощо).

*Економічні заходи:*

- страхування збитків від підтоплення;
- пільгове оподаткування при озелененні міської прибудинкової території та поверхонь будівель.

## Перелік використаних джерел:

Балабух В.О. Тенденції зміни частоти та інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних явищ на території Донецької області. 2013. URL: <https://www.slideshare.net/AxiMixa/ss-27772005>.

Балабух В.О., Лук'янець О.І. Зміна клімату та його наслідки у Рахівському районі Закарпатської області. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2015. Т.2. С. 132–148.

Балан Г.О., Солоненко Г.П. Вогнівка самшитова – небезпечний інвазивний шкідник Одеського регіону. Фундаментальні і прикладні проблеми сучасної екології та захисту рослин: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. присвяч. 100-річчю з дня народження д-ра біологічних наук, проф. Б. М. Литвинова, м. Харків, 21–22 жовтня 2021 р. Харків: Вид-во Іванченка І. С., 2021. С. 22–24.

Макаренко Н.В., Гнатюк А.М., Пилипчук В.Ф., Шевченко Я.С. Застосування біологічних препаратів проти самшитової вогнівки (*Cydalis Perspectalis* (walker, 1859)). Інтродукція рослин. 2019. № 4. с. 97–106.

Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 02.04.2002 № 127/18 Про організаційні заходи по впровадженню сучасних технологій діагностики та лікування алергічних захворювань. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0127282-02>.

Настанова з гідрометеорологічного прогнозування. УкрГМЦ. – К.: 2019. – 35 с.

Сніжко С., Шевченко О., Дідовець Ю. Аналіз впливу кліматичних змін на водні ресурси України (повний звіт за результатами проекту). – Центр екологічних ініціатив «Екодія». 2021. 68 с.

Хохлов В.М., Боровська Г.О., Уманська О.В., Тенетко М.С. Зміна погодних умов на території України в умовах зміни клімату. Український гідрометеорологічний журнал. 2016. № 17. С. 31–37.

Шевченко О.Г. Теоретико-методологічні засади комплексних досліджень урбометеорологічних трансформацій у містах. – К.: ДІА, 2021. – 288 с.

Шевченко О., Власюк О., Ставчук І., Ваколюк М., Ілляш О., Рожкова А. Оцінка вразливості до зміни клімату: Україна. Київ: Myflaer, 2014. 62 с.

Шевченко О.Г., Сніжко С.І. Зміна клімату та українські міста: прояви та проєкції на ХХІ століття на основі RCP-сценаріїв. Вісник Київського університету. Серія географія. 2019. Вип. 2 (75). с. 11–18.

Шевченко О. Г., Сніжко С. І., Вітренко А. О. Економічна метеорологія: підручник. Київ: Майстер книг. 2019. 352 с.

Climate change in Australia. Technical Report. 2015. URL: [https://www.climatechangeinaustralia.gov.au/media/ccia/2.2/cms\\_page\\_media/168/CCIA\\_2015\\_NRM\\_TechnicalReport\\_WEB.pdf](https://www.climatechangeinaustralia.gov.au/media/ccia/2.2/cms_page_media/168/CCIA_2015_NRM_TechnicalReport_WEB.pdf).

Chakraborty T., Lee X. A simplified urban-extent algorithm to characterize surface urban heat islands on a global scale and examine vegetation control on their

spatiotemporal variability. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 2019. 74. P. 269-280.

EURO-CORDEX Guidelines: Guidance for EURO-CORDEX climate projections data use. 2021. URL: [https://euro-cordex.net/imperia/md/content/csc/cordex/guidance\\_for\\_euro-cordex\\_climate\\_projections\\_data\\_use\\_2021-02\\_1\\_.pdf](https://euro-cordex.net/imperia/md/content/csc/cordex/guidance_for_euro-cordex_climate_projections_data_use_2021-02_1_.pdf)

IPCC. *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. C. B. Field, V. Barros, T. F. Stocker, D. Qin, D. J. Dokken, K. L. Ebi, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, G.-K. Plattner, S. K. Allen, M. Tignor, P. M. Midgley (eds.). Cambridge: Cambridge University Press, 2012. 582 p.

Munich RE. *Natural catastrophes 2016: Analyses, assessments, positions*. – 2017. URL: [www.munichre.com/site/touchpublications/get/documents\\_E271800065/mr/assetpool.shared/Documents/5\\_Touch/Publications/TOPICS\\_GEO\\_2016-en.pdf](http://www.munichre.com/site/touchpublications/get/documents_E271800065/mr/assetpool.shared/Documents/5_Touch/Publications/TOPICS_GEO_2016-en.pdf).

*Natural Hazard Mitigation Saves: An Independent Study to Assess the Future Savings from Mitigation Activities*. 2005. Multihazard Mitigation Council, National Institute of Building Sciences, Washington, D.C. URL: [https://cdn.ymaws.com/www.nibs.org/resource/resmgr/MMC/hms\\_vol2\\_ch1-7.pdf](https://cdn.ymaws.com/www.nibs.org/resource/resmgr/MMC/hms_vol2_ch1-7.pdf).

Shevchenko O., Snizhko S., Zapototskyi S., Svintsitska H., Matviienko M., Matzarakis A. Long-term analysis of thermal comfort conditions during heat waves in Ukraine. *Geographia Polonica* 2022. Vol. 95, Is.1. pp.53–70.

## **ДОДАТКИ**

**Перелік ділянок у місті Вінниця, де були зафіксовані випадки локального підтоплення внаслідок випадання значної кількості опадів**

- вул. Київська в районі ЖК «Набережний квартал»;
- перехрестя вул. Київської, вул. Чорновола, вул. Стрілецької;
- вул. Келецька на ділянці від вул. Трамвайної до пров. Малого;
- перехрестя вул. Келецької та вул. 600-річчя;
- вул. Князів Коріатовичів на ділянці від вул. Князя Володимира до вул. Г. Сковороди;
- вул. Левка Лук'яненка поблизу будинку №1А;
- вул. Миколи Ващука на ділянці від вул. Василя Порика до вул. Андрія Первозванного;
- перехрестя вул. Острозького та вул. Винниченка;
- вул. Форпостна;
- провулок Лисенка,
- від вул. Пирогова до будинку №34 по 1-му пров. Пирогова;
- вул. Генерала Арабея, 52/173;
- Центральний міст, зі сторони вул. Магістратської;
- ділянки вул. Нечуя-Левицького, поблизу будинків № 2, 12, 19, 21, 23;
- пров. Грибоедова, поблизу будинків №2, 4, 6, 8;
- пров. Станіславського, поблизу будинків № 17, 18;
- вул. Станіславського, поблизу будинків №, 20, 21, 22;
- вул. Айвазовського, поблизу будинків № 9, 11, 13;
- вул. Київська, поблизу будинків № 154, 156, 156А;
- вул. Сергія Зулінського, поблизу будинків № 47, 49;
- вул. Сергія Зулінського, 35;
- вул. Маміна-Сибіряка (Хутір Шевченка),
- вул. Белінського, поблизу №95Б;
- перехрестя вул. Герцена та вул. І. Богуна;
- вул. Генерала Арабея;
- вул. Добролюбова;
- перехрестя вул. Чумацької та вул. Антона Турчановича;
- перехрестя вул. Грохольських та вул. Дмитра Михайловського;
- перехрестя вул. Привокзальної та вул. Верхарної;
- перехрестя вул. Академіка Янгеля та вул. Олександра Довженка;
- перехрестя вул. Академіка Янгеля та вул. Героїв Нацгвардії;
- вул. Олега Кошового;
- вул. Євгена Патона;
- вул. Степана Руданського;
- вул. Матроса Кішки, 13–15;
- вул. Марії Литвиненко-Вольгемут;

- вул. Чорновола (біля П'ятничанського мосту);
- вул. Чорновола (біля мосту через річку Тяжилів);
- вул. Князя Володимира, 21;
- перехрестя вул. Чорновола та вул. Громова;
- 2-й пров. Дубовецький, 8;
- вул. Трублаїні, 130–132;
- вул. Садова;
- вул. Стеценка;
- 1-й пров. Пирогова;
- перехрестя вул. 600-річчя, вул. Андрія Первозванного, вул. Костянтина Василенка;
- перехрестя вул. Данила Галицького та вул. Паневежиської;
- 2-й пров. Пирогова, 4.

**Перелік індикаторів для оцінки вразливості до проявів зміни клімату****Група індикаторів I: вразливість до теплового стресу**

1. Зростання кількості днів з максимальними температурами повітря понад +30°C в сучасний період порівняно з кліматичною нормою.
2. Зростання середніх за місяць значень температури повітря у літні місяці в сучасний період порівняно з кліматичною нормою.
3. Прогнозоване зростання температури повітря для регіону, в якому розташоване місто.
4. Зростання повторюваності випадків хвиль тепла в сучасний період порівняно з кліматичною нормою.
5. Наявність у місті острову тепла.
6. Відсутність у місті великих водних об'єктів.
7. Недостатній ступінь озеленення території міста, нерівномірність розташування зелених зон у різних частинах міста, тенденція до їх скорочення.
8. Переважання штучних поверхонь у місті над природними.
9. Наявність потужних антропогенних джерел викидів тепла у місті.
10. Значний відсоток населення у місті, що є вразливим до надмірної спеки (люди похилого віку, діти, люди з хронічними захворюваннями, тощо).
11. Низька якість медичного обслуговування (перш за все – невідкладної медичної допомоги та кількість лікарняних ліжок менша нормативної).
12. Обмежений доступ у населення до достовірної інформації про погоду та клімат, відсутність інформування про правила поведінки під час періодів надмірної спеки.

**Група індикаторів II: вразливість до підтоплення**

1. Зростання кількості днів зі зливовими опадами (або – аномальною кількістю опадів) по сезонах в сучасний період порівняно з кліматичною нормою.
2. Зростання кількості випадків підтоплення окремих частин міста в сучасний період.
3. Прогнозоване зростання кількості опадів у регіоні в цілому за рік, або за окремі сезони, а також прогнозоване зростання частоти випадання зливових опадів в найближчі кілька десятиліть.
4. Відсутність у місті зливової каналізації, або за її наявності – її поганий технічний стан, нерегулярні ремонти.
5. Розташування міста на березі великої водойми.
6. Розташування міста або окремих його частин нижче рівня моря або на незначних висотах.
7. Наявність населення та розташування стратегічних об'єктів міста в зоні/зонах потенційного підтоплення.
8. Переважання штучних (водонепроникних) поверхонь у місті над природними.

9. Відсутність достатньої кількості технічних та людських ресурсів для швидкої евакуації населення з можливих зон підтоплення.

10. Випадки руйнування інфраструктури внаслідок сильних злив та підтоплення в сучасний період.

11. Обмежений доступ у населення до достовірної інформації про погоду та клімат, про правила поводження під час підтоплень.

12. Відсутність інфраструктури у окремих частинах міста, що можуть бути відрізані водою від інших районів.

### **Група індикаторів III: вразливість зелених зон**

1. Зростання кількості днів з максимальними температурами повітря понад +30°C в сучасний період порівняно з кліматичною нормою.

2. Зміщення та зміна тривалості вегетаційного періоду в сучасний період порівняно з кліматичною нормою.

3. Зміна кількості та інтенсивності випадання опадів протягом сезону вегетації в сучасний період порівняно з кліматичною нормою.

4. Площа зелених зон у розрахунку на 1 жителя міста менша нормативної.

5. Скорочення площі зелених зон у місті.

6. Малий відсоток природоохоронних територій у місті, по відношенню до загальної площі міста.

7. Поява інвазивних видів у межах міських зелених зон.

8. Поява нових шкідників/захворювань рослин у межах зелених зон.

9. Скорочення кількості видів рослин у місті.

10. Обмеженість технічних та людських ресурсів для утримання зелених зон. Низький рівень агротехніки догляду за міськими рослинами.

11. Недостатнє фінансування для озеленення міста та підтримання в належному існуючих зелених насаджень.

12. Високий рівень забруднення атмосферного повітря у місті (концентрації забруднювачів перевищують ГДК).

### **Група індикаторів IV: вразливість до наслідків стихійних метеорологічних явищ**

1. Зростання частоти прояву стихійних метеорологічних явищ в сучасний період порівняно з кліматичною нормою.

2. Випадки руйнування інфраструктури, внаслідок прояву стихійних метеорологічних явищ протягом останніх років, а також наявність промислових підприємств, які можуть бути пошкоджені внаслідок прояву стихійних метеорологічних явищ, у місті чи поблизу.

3. Обмежений доступ у населення до достовірної інформації про погоду та клімат (відсутність завчасного інформування населення про можливі стихійні явища).

4. Відсутність у місті зливової каналізації, або за її наявності – її поганий технічний стан, нерегулярні ремонти.

5. Відсутність достатньої кількості технічних, людських та фінансових ресурсів для швидкої евакуації населення з можливих зон, що зазнають впливу стихійних метеорологічних явищ.

6. Низька якість медичного обслуговування (перш за все – невідкладної медичної допомоги та кількість лікарняних ліжок менша нормативної).

#### **Група індикаторів V: Вразливість до погіршення якості та зменшення кількості питної води**

1. Відсутність у місті власних джерел для водопостачання населення чи використання привізної води.

2. Переважання поверхневих джерел водопостачання у місті, над підземними.

3. Негативна тенденція річкового стоку в регіоні.

4. Зростання частоти прояву посух у сучасний період порівняно з кліматичною нормою.

5. Наявність у місті промислових підприємств, що використовують значну кількість води.

6. Наявність у місті чи поблизу підприємств, що здійснюють скиди води у водні об'єкти.

7. Неналежний стан водопровідної мережі у містах.

8. Неналежний стан водоочисних споруд для води, яку споживає населення міста.

9. Відсутність належної системи водного менеджменту у місті.

10. Зростання кількості населення міста та поява нових водокористувачів у місті.

11. Відсутність культури водоспоживання у населення міста.

12. Значний відсоток малозабезпечених сімей у структурі населення міста.

#### **Група індикаторів VI: вразливість до зростання кількості інфекційних захворювань та алергійних проявів**

1. Значна частка населення схильного до інфекційних захворювань та алергійних проявів (діти, люди похилого віку, люди, що мають хронічні захворювання, тощо).

2. Зростання частоти прояву стихійних метеорологічних явищ, що можуть сприяти поширенню інфекційних захворювань (наприклад, сильні зливи) в сучасний період.

3. Прогнозоване зростання температури повітря для регіону, в якому розташоване місто.

4. Значний відсоток малозабезпечених сімей у структурі населення міста.

5. Наявність природних осередків інфекційних та паразитарних захворювань у місті чи поблизу.

6. Низька якість медичного обслуговування (перш за все – невідкладної медичної допомоги, кількість лікарняних ліжок менше нормативної, забезпеченість медичних закладів необхідними кадрами).

### **Група індикаторів VII: вразливість енергетичних систем**

1. Зростання кількості днів з екстремально низькими температурами – у холодний період та з максимальними температурами повітря понад +30°C і повторюваності хвиль тепла у літні місяці у сучасний період порівняно з кліматичною нормою.

2. Зростання частоти прояву СГЯ (перш за все тих, що пов'язані з сильним вітром) в сучасний період порівняно з кліматичною нормою.

3. Незначна абсолютна висота розташування станції, віддаленість від водних об'єктів, випадки підтоплення станції чи територій розташованих поблизу.

4. Відсутність у місті джерел енергії для населення (чи, принаймні, для стратегічних об'єктів) на випадок аварійних ситуацій.

5. Зростання кількості населення та споживання електроенергії на одну особу в місті.

6. Зношеність основних фондів, неналежний технічний стан обладнання електроенергетичної системи міста.

*Оскільки, деякі чинники впливають на вразливість відразу до кількох потенційних наслідків зміни клімату, то окремі індикатори повторюються в різних групах. Для кожного індикатора є своя шкала, згідно якої визначається, до якої градації будуть віднесені його значення і в скільки балів оцінені. Аналізуючи інформацію, зібрану по кожному індикатору, її оцінюють, відносять до певної категорії «неактуально», «актуально» та «дуже актуально». В тих групах, де для оцінки вразливості застосовується 12 індикаторів градація «неактуально» відповідає 0 балів, «актуально» – 1 бал та «дуже актуально» – 2 бали; в групах, де 6 індикаторів – «неактуально» відповідає 0 балів, «актуально» – 2 бали та «дуже актуально» – 4 бали. Таким чином, максимально можлива кількість балів для кожної групи становить 24.*