

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут
Кафедра Метеорології та кліматології

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ
ОКР ___ спеціаліст _____

на тему: ВПЛИВ МОЖЛИВИХ ЗМІН КЛІМАТУ НА БІОКЛІМАТИЧНИЙ
РЕЖИМ УКРАЇНИ

Виконав студент 5 курсу
групи МС- 51а
спеціальності 7.04010501
Метеорологія
Лябах Ельвіра Вікторівна

Керівник к.геогр.н., доц.
Катеруша Галина Павлівна

Консультант

Рецензент к.геогр.н., доц.
Лужбін Анатолій Михайлович

Одеса 2017

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут, факультет Гідрометеорологічний
Кафедра Метеорології та кліматології
Освітньо-кваліфікаційний рівень Спеціаліст
Напрямок підготовки 6.040105 Гідрометеорологія
(шифр і назва)
Спеціальність 7.04010501 Метеорологія
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Метеорології та кліматології

_____ Івус Г.П.
“ _____ ” _____ 20__ року

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТА**

Лябах Ельвіри Вікторівни
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) : Вплив можливих змін клімату на біокліматичний режим України

керівник проекту (роботи) к. геогр.н., доц. Катеруша Галина Павлівна
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від
“ _____ ” _____ 20__ року № _____

2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____
3. Вихідні дані до проекту. Максимальна за добу і середня добова температура повітря з квітня по жовтень за період 2011-2050 рр. на двадцяти семи станціях країни
Дані отримані на основі моделі RCP 8.5 для всіх областей України.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) а) Відомості про кліматоутворювальні чинники та особливості клімату України;
б) Загальна характеристика впливу очікуваних змін клімату на здоров'я населення;

в) Дослідження динаміки жарких днів у різних регіонах країни та аналіз їх просторового розподілу;

г) Аналіз змін кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С у часі та просторі;

д) Оцінка соціально-економічних наслідків кліматичного температурного ризику;

е) Відомості про ризики від змін клімату та заходи по адаптації до них в Україні

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

а) Карти просторового розподілу кількості жарких днів у липні, за літній сезон і рік;

б) Карти просторового розподілу кількості днів з середньою добовою температурою вище 25° С за літній сезон та їх повторюваності (%) у липні і серпні.

в) Карти просторового розподілу річної суми загальної тривалості періодів з температурою ≥ 30 °С

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	<i>Вивчення літературних джерел за темою магістерської роботи</i>			
1.1	<i>Використання бібліотечних джерел</i>	<i>грудень</i>	<i>90</i>	<i>відмінно</i>
1.2	<i>Використання джерел з інтернету</i>	<i>січень</i>	<i>92</i>	<i>відмінно</i>
2	<i>Підготовка вихідних даних та їх опрацювання</i>			
2.1	<i>Перетворення вихідних даних (сценарій RCP 8.5) з txt в EXCEL</i>	<i>лютий</i>	<i>92</i>	<i>відмінно</i>
2.2	<i>Визначення сум кількості жарких днів і днів з середньою добовою температурою повітря вище 25 °C Отримання статистичних параметрів рядів кількості жарких днів і днів з середньою добовою температурою вище 25 °C</i>	<i>лютий</i>	<i>90</i>	<i>відмінно</i>
2.3	<i>Побудова карт просторового розподілу досліджуваних показників з використанням програмного пакету SURFER 8.</i>	<i>березень</i>	<i>92</i>	<i>відмінно</i>
3	<i>Аналіз динаміки і просторового розподілу кількості жарких днів і днів з середньою добовою температурою вище 25 °C</i>	<i>березень</i>	<i>90</i>	<i>відмінно</i>
4	<i>Оцінка соціально-економічних наслідків кліматичного температурного ризику та їх аналіз</i>	<i>квітень</i>	<i>90</i>	<i>відмінно</i>
5	<i>Оформлення дипломного проекту</i>	<i>травень</i>	<i>90</i>	<i>відмінно</i>
6	<i>Підготовка комп'ютерної презентації для захисту проекту роботи</i>	<i>травень</i>	<i>92</i>	<i>відмінно</i>
7	<i>Захист дипломного проекту</i>	<i>червень</i>		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		<i>91</i>	<i>відмінно</i>

Студент

_____ Лябах Ельвіра Вікторівна
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ Катеруша Галина Павлівна
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ОСНОВНІ ФАКТОРИ ФОРМУВАННЯ КЛІМАТУ УКРАЇНИ.....	6
1.1 Фізико-географічні умови.....	6
1.2 Сонячна радіація.....	7
1.3 Циркуляція атмосфери.....	8
1.4 Підстильна поверхня.....	13
2 НАСЛІДКИ МОЖЛИВИХ ЗМІН КЛІМАТУ ДЛЯ БІОКЛІМАТИЧНОГО РЕЖИМУ УКРАЇНИ.....	15
2.1 Вплив змін клімату на здоров'я людей	15
2.1.1 Загальна характеристика.....	15
2.1.2 Екстремальні температури повітря і здоров'я населення.....	18
2.1.3 Поширення інфекційних захворювань людини	27
2.2 Очікувана динаміка деяких біокліматичних показників.....	32
2.2.1 Деякі сценарії змін клімату.....	33
2.2.2 Очікуваний просторово-часовий розподіл жарких днів по території України.....	38
2.2.3 Часові зміни і просторовий розподіл кількості днів з середньою добовою температурою вище 25°C.....	51
3 ОЦІНКА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ НАСЛІДКІВ КЛІМАТИЧНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РИЗИКУ.....	60
3.1 Структура і класифікація ризиків	60
3.2 Загальна методика визначення кліматичних ризиків	62
3.3 Оцінка соціальних і економічних ризиків від екстремальної температури у різних регіонах України.....	65
3.4 Ризики від змін клімату та заходи по адаптації до них в Україні.....	73
ВИСНОВКИ.....	78
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	80
ДОДАТОК А.....	85
ДОДАТОК Б.....	86

ВСТУП

Глобальне потепління, визнане всіма провідними фахівцями в галузі фізики атмосфери ще з середини 80-их років ХХ століття, продовжується і до цієї пори. Результати інструментальних спостережень і матеріали палеогеографічних реконструкцій свідчать, що глобальний клімат змінюється і ці зміни супроводжуються негативними наслідками для економіки і умов проживання людини. Необхідність розроблення прогнозу клімату і кліматоохоронних заходів визначає актуальність проблеми змін клімату як у глобальному, так і регіональному масштабах.

У сучасних соціально-економічних умовах при переході до стратегії сталого розвитку здоров'я населення та забезпечення нормальної життєдіяльності людей мають стати найважливішими факторами збереження національної безпеки нашої держави.

Починаючи з восьмидесятих років ХХ ст. відбувається значне збільшення кількості метеолабільних людей, що пов'язують саме зі зміною клімату, яка спостерігається на Земній кулі. Зміна термічного і вітрового режиму, вологовмісту атмосфери, повторюваності та інтенсивності небезпечних і стихійних явищ погоди супроводжується як негативними, так і позитивними наслідками для умов проживання людини, її здоров'я. Баланс позитивних і негативних наслідків для здоров'я людини змінюється від одного регіону до іншого і за прогнозами Міжурядової групи експертів по змінах клімату буде змінюватись з продовженням підвищення температури. Так, за оцінками деяких вчених внесок погодно-кліматичних чинників у стан здоров'я людини вже тепер в середньому становить 20%, в той час як на спосіб життя припадає 50%, генетики – 20%, рівня охорони здоров'я – 10%.

При зміні природних умов змінюється й робота організму людини. Якщо ці зміни є сталими (добові, сезонні), то людина до них вже пристосувалась. Якщо ж організм людини ослаблений хворобою або його опір знижений з інших причин, то пристосування до нових умов відбувається важко: людина відчуває дискомфорт або біль у різних органах і системах, може відбуватись серйозне загострення серцево-судинних захворювань, хронічних захворювань запального характеру і психічних розладів тощо.

Експерти Всесвітньої організації охорони здоров'я вважають, що 80% захворювань, які відбиваються у теперішній час, мають природне походження внаслідок змін навколишнього середовища.

Визначаючи вплив змін метеорологічних умов на людину, можна вирішити проблему збереження здоров'я людини в умовах погіршення якості довкілля. Тому особливої важливості набувають дослідження в напрямку оцінки біокліматичних умов, тобто визначення позитивних і негативних впливів різних метеорологічних чинників і їх комплексів на організм

людини. Вплив цих чинників відбувається перш за все через механізм терморегуляції, який визначається умовами тепловіддачі та тепловідчуття людини.

Метою даної роботи є оцінка впливу очікуваних екстремальних термічних умов на біокліматичний режиму України. Для її виконання нами розв'язувались наступні задачі:

1. Опрацювання механізму дії високої температури на організм людини та особливості впливу сучасних змін клімату на здоров'я населення і його смертність.
2. Дослідження динаміки жарких днів у різних регіонах країни та аналіз їх просторового розподілу.
3. Вивчення змін кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С у просторі та часі.
4. Оцінка соціально-економічних наслідків кліматичного температурного ризику.

Робота виконувалась в рамках науково-дослідної теми № 166 «Оцінка кліматичних ризиків для галузей економіки України в умовах глобальних змін клімату».

1 ОСНОВНІ ФАКТОРИ ФОРМУВАННЯ КЛІМАТУ УКРАЇНИ

Регіональний або локальний клімат (клімат певної місцевості) – це багаторічний режим погоди, який формується в умовах підстильної поверхні данного району під впливом сонячної радіації, загальної циркуляції атмосфери і вологообігу.

Клімат – одна із складових природних багатств будь-якої країни. Поглиблене вивчення цього природного фактора, з яким пов'язана виробнича та соціальна діяльність людини, виявлення особливостей його формування сприятиме більш ефективному використанню інформації про клімат для розв'язання низки прикладних задач [1].

1.1 Фізико-географічні умови

Україна розташована в межах трьох фізико-географічних країн. Основна рівнинна частина її займає південний захід Східно-Європейської рівнини, на заході території підносяться Українські Карпати, на півдні уздовж Південного берега Кримського півострова – Кримські гори. В рельєфі України переважають низинні рівнини з висотами 100- 300 м над рівнем моря. Північну, центральну і південну частини її території займають Поліська, Придніпровська, Причорноморська і Приазовська низини. Останні через Перекопський перешийок поєднуються з Південно-Кримською рівниною. В північно-східну частину країни входять відроги Середньоруської височини з максимальними висотами до 220-240 м. На заході розташована Волино-Подільська височина з середніми висотами 300 м. В межах України найбільшої висоти вона сягає в західній своїй частині (471 м – г. Камула) і, далі знижуючись, доходить до Дніпра. В західному і південно-західному напрямку ця височина поступово переходить в Прикарпатську височину і в Карпати. В межах України розташовані тільки Східні Карпати, які простягаються з північного заходу на південний схід. Середня висота цього хребта над рівнем моря досягає 1000 – 1500 м, а окремі вершини перевищують 2000 м. Тут же знаходиться найвища точка України – гора Говерла висотою 2061 м. На Правобережжі простягається Придніпровська височина. На північ від Азовського моря знаходиться невелика Приазовська височина і Донецький кряж з висотою до 369 м (Могила-Мечетна). На півдні Кримського півострова піднімаються Кримські гори. Територія України перерізана багатьма річками, головними з яких є Дніпро з чисельними притоками (найбільші з них Прип'ять і Десна), що перетинає країну і ділить її навпіл, на Правобережну і Лівобережну, а також Дністер, Південний Буг і Північний Донець, які належать до басейну Чорного

і Азовського морів. Лише на крайньому заході прикордонні річки Сан і Західний Буг – притоки р. Вісла, впадають в Балтійське море. Озера в Україні більш поширені в Поліссі (Світязь, Тур, Біле та ін.), в Криму (Сасик, Доузлав, Сакське, Узунларське) і на узбережжі Чорного та Азовського морів (озера – лимани Кагул, Ялпуг, Хаджибей, Тилігул і ін.). Загальна площа боліт та заболочених земель на Україні досягає 19 тис.км² [1].

1.2 Сонячна радіація

Крайнє південне положення території України на Європейському континенті зумовлює сприятливий радіаційний режим тут. Прихід сумарної сонячної радіації в середньому за рік досить високий – близько 4200 – 5020МДж/м², що свідчить про значні природні енергетичні ресурси країни (рис.1.1) [1].

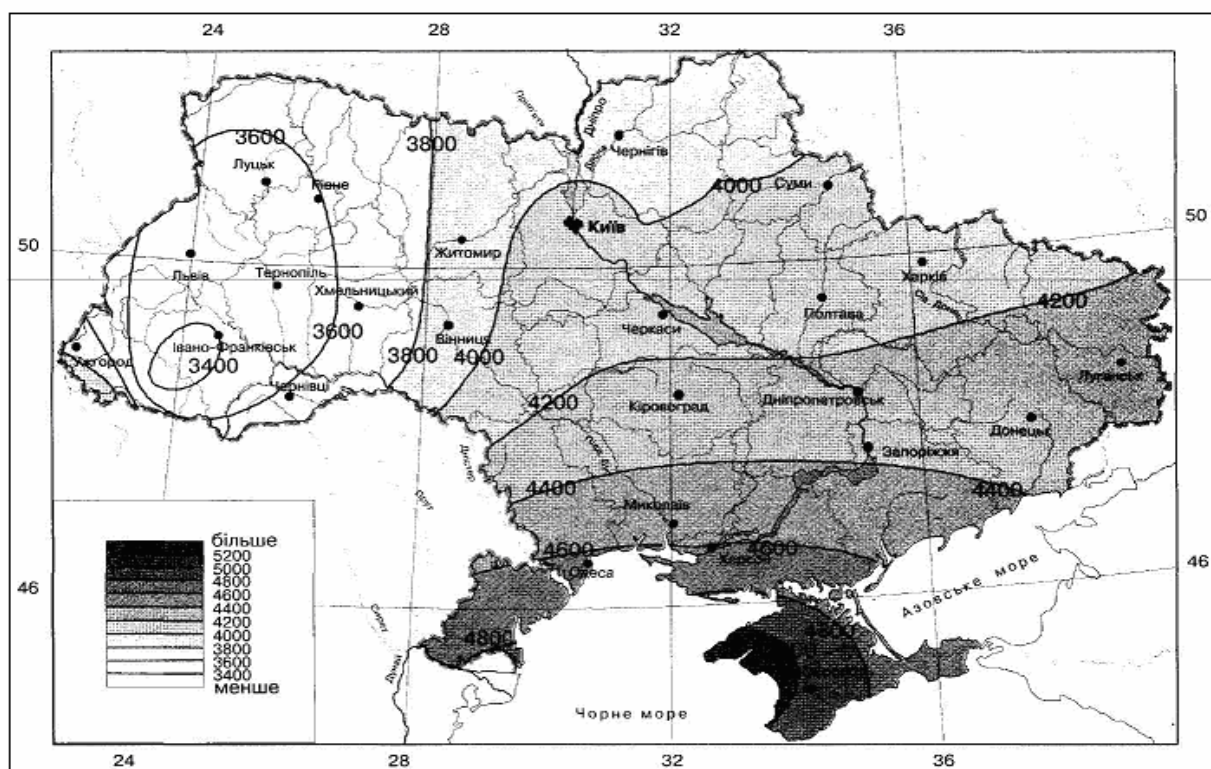


Рис. 1.1. Сумарна сонячна радіація (МДж/м²). Рік

Більш повне уявлення про кліматичне значення радіаційного фактору надає радіаційний баланс підстильної поверхні, тобто різниця між поглинутою радіацією і ефективним випромінюванням. Від нього залежать процеси нагрівання і охолодження ґрунту і прилеглих шарів повітря, випаровування, трансформації повітряних мас та ін. В цілому за рік на

території України він додатний і його величина коливається від 1200 МДж/м² на північному заході до 2100-2200 МДж/м² у південному Степу і на Південному березі Криму (рис. 1.2).

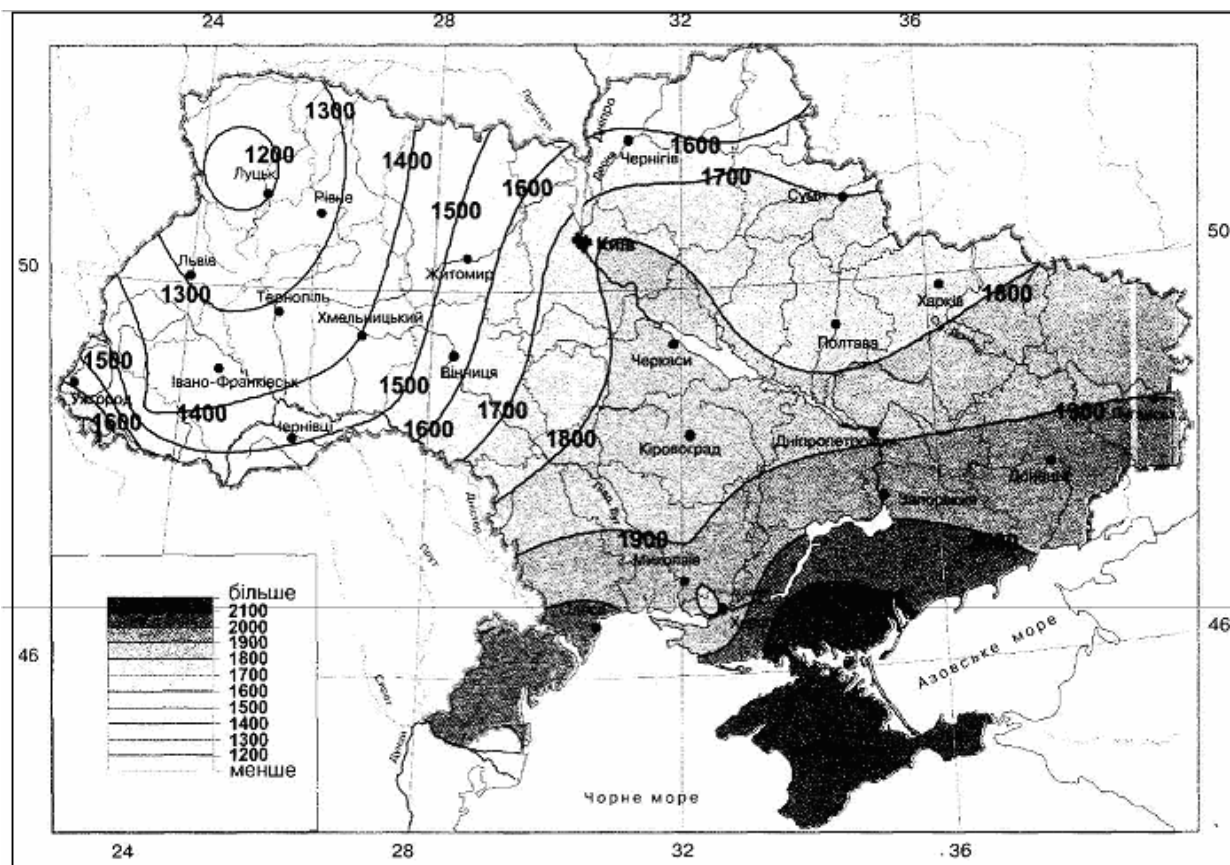


Рис. 1.2. Радіаційний баланс (МДж/м²). Рік

1.3 Циркуляція атмосфери

В процесі формування клімату радіаційні умови тісно взаємодіють з атмосферою циркуляцією, яка сприяє перерозподілу по території тепла і вологи. Атмосферна циркуляція, тобто повітряні течії та баричні утворення, що характерні для України і визначають тут погодні умови, в значній мірі зумовлені фізико-географічними особливостями, які відрізняють її від інших регіонів. По-перше, це те, що територія України розташована в західній частині Європейсько-Азіатського материка, неподалік від великого водяного простору Атлантичного океану. Завдяки значній різниці у властивостях підстильної поверхні між цим континентом і океаном територія східної і західної Європи протягом значної частини року являє собою район інтенсивних атмосферних процесів. Друга особливість полягає в тому, що

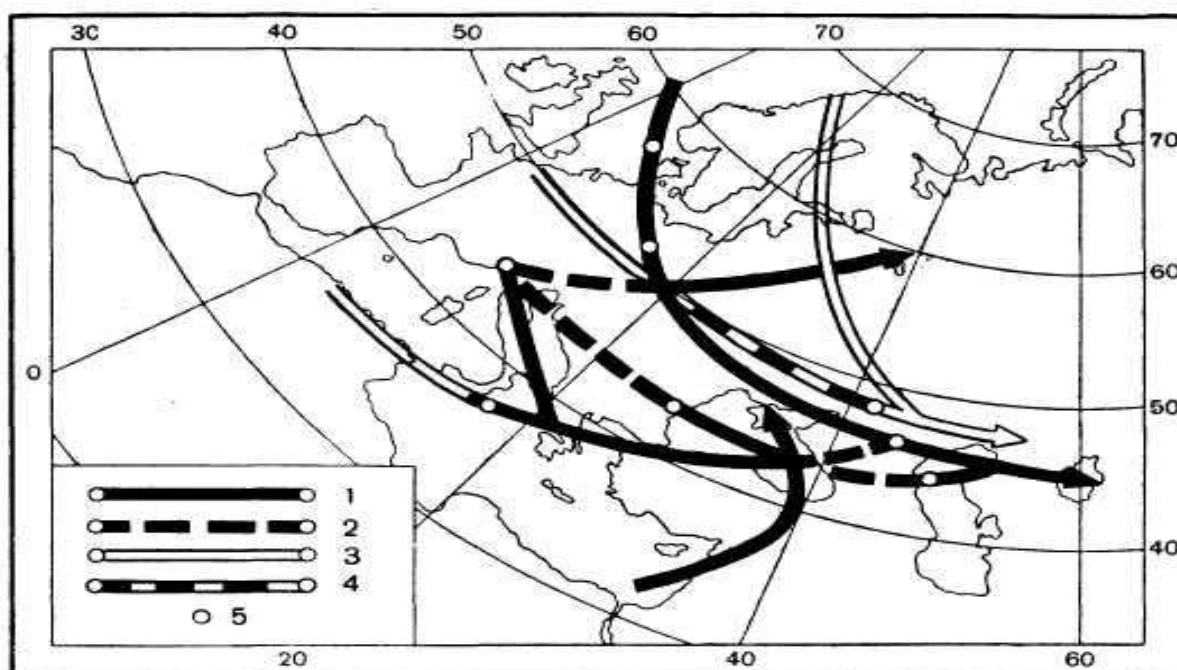
західні, північні і східні райони, прилеглі до України, являють собою рівнину, південно-західні райони зайняті горами, а на півдні берега країни омивають Чорне і Азовське моря. Рівнинні простори території дають можливість арктичним вторгненням просуватися майже до південних кордонів. Чорне море впливає на температуру нижніх шарів повітряних мас, що проходять над ним. Завдяки цьому в Україні часто пересуваються морські повітряні маси з північних районів Атлантики і арктичних морів (повітря помірних широт і арктичне повітря), рідше – з центральної частини Атлантичного океану і Середземного моря (морське тропічне повітря). Найбільшу повторюваність має континентальне повітря, яке формується над широкими рівнинами материка Євразії з мас арктичного або морського повітря помірних широт, що сюди надходить, а далі переміщується на Україну.

На Україні, в порівнянні з центральними і північними районами Східної Європи, виділяють три характерні особливості циркуляції: послаблення активності атмосферних процесів; різноманітність і складність сезонних змін циркуляції; послаблення циклонічної діяльності і посилення антициклонічної.

Циркуляційні процеси України суттєво різняться в окремі сезони року, що накладає відбиток на розподіл атмосферного тиску, режиму хмарності і опадів, вітру та ін. Розглянемо їх сезонні особливості. Кліматоутворювальна роль циркуляційного фактора помітно переважає в холодне півріччя. Значення радіаційного фактора в надходженні тепла в цей період значно зменшується внаслідок малої висоти сонця над горизонтом, малої тривалості дня, значної хмарності.

Взимку на Україні, особливо в більш високих широтах, дуже розвинута циклонічна діяльність і її територія знаходиться на південній периферії циклонів, що пересуваються, головним чином, зі східною складовою. Саме в цей сезон більшість циклонів перетинають територію України, що визначає інтенсивний міжширотний обмін повітря. Звичайно, це західні, північно-західні і південно-західні циклони. Останні приходять з районів Чорного моря, Малої Азії, півночі Італії, так звані “південні” циклони, які пов'язані з середземноморською гілкою полярного фронту, інші з центральних районів Європи (рис. 1.3).

З ними пов'язані відлиги, опади, заметілі, що найбільш інтенсивні при виході південних і південно-західних циклонів, які в своїх теплих секторах приносять морське тропічне повітря з Середземного моря. Для зими характерні і “пірнаючі” циклони, з якими на Україну відбувається вторгнення холодного арктичного повітря. Зазначимо, що в цей сезон акваторія Чорного моря та Українські Карпати є осередками місцевого циклогенезу. Другим важливим для зими процесом є східний вплив, зумовлений посиленням антициклона над Сибіром, виступ якого часто поширюється на Україну[1].



1. – Шляхи циклонів, 2. – Ділянки орографічної сегментації циклонів,
3. – Шляхи антициклонів, 4. – Ділянки орографічної міграції антициклонів,
5. – Ділянки виникнення циклонів та антициклонів.

Рис. 1.3. Основні шляхи переміщення циклонів та антициклонів взимку

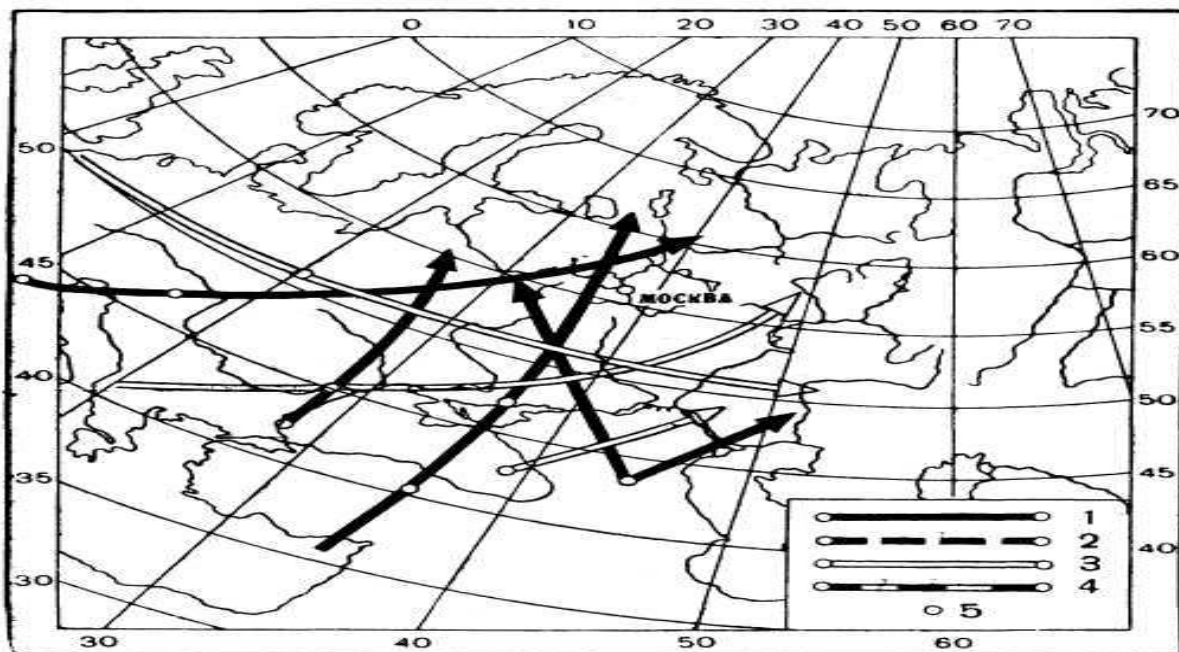
Крім того, південний схід ЄТР і України під впливом комплексу факторів (циркуляційних, орографічних і радіаційних) може бути також районом антициклогенезу або стаціонавання антициклонів, які приходять сюди з районів Атлантики і Арктичного басейну. Це посилює виступ східного антициклону, по периферії якого переміщуються маси вихолоджененого над континентом Євразії повітря, які, головним чином, поширюються на лівобережжя Дніпра і зумовлюють тут різке зниження температури повітря, що супроводжується сильним вітром і низовими заметілями. Для заходу ж України характерною формою баричного рельєфу залишається виступ Азорського антициклону, який послаблений в цю пору року і займає лише південь Західної Європи. Територія України стає межею подальшого східного і західного поширення відповідно Азорського і Азіатського (або Сибірського) антициклонів. Це визначає формування над континентом Європи віттороздільної лінії приблизно в напрямку Мадрид – Кишинів – Полтава – Харків – Катеринбург, яка в кліматології має назву “велика вісь материка” або “вісь Воейкова”. Її також часто називають віссю позатропічного максимуму. По обидва боки від цієї осі панують вітри різного напрямку: на північ від неї – вітри з західною складовою (південно-західні), що переносять повітряні потоки з Атлантики, на південь – зі східною

складовою (північно-східні), що зумовлено наявністю Сибірського антициклону. В холодну пору року завдяки цьому процесу на заході і північному заході України (в Поліссі і Лісостепу) переважають південно-західні і південні вітри; на сході і південному сході (в Степу) – східні і південно-східні вітри, а на крайньому півдні завдяки наявності депресії над Чорним морем переважають північно-східні і північні вітри. Взимку значне вихолодження території України перетворює її в район формування континентального повітря з атлантичного повітря завдяки його охолодженню і зменшенню вологості.

Літній сезон на Україні характеризується високою інтенсивністю сонячної радіації, зменшенням баричних градієнтів і слабкою адвекцією. Помітний вплив має підстильна поверхня, яка зумовлює, особливо на півдні країни, інтенсивну трансформацію повітря, що накладає відбиток на циркуляційні процеси. Влітку значного розвитку набуває Азорський максимум, виступ якого поширюється далеко на схід.

Над Україною встановлюється північно-західний потік повітря помірних широт, який пересуваючись над її великими рівнинами і, особливо, південними районами, значно прогрівається і висушується, тобто трансформується з морського в континентальний. По північній периферії термічної депресії, яка формується над просторими прогрітими районами Середньої Азії, на Україну зрідка надходить сухе континентальне повітря помірних широт, а інколи тропічне континентальне повітря з Середньої Азії. А панування процесу антициклогенезу і сприятливі радіаційні умови призводять до того, що південні степні її райони самі можуть ставати осередком формування континентального тропічного повітря. Для літнього сезону України взагалі характерне послаблення циклонічної діяльності, особливо на півдні. Загальна кількість циклонів помітно зменшується на початку літа. Області низького тиску представлені переважно слабо вираженими циклонами та улоговинами, які переміщуються із заходу на схід. Інколи на територію України виходять південно-західні циклони, які приносять сюди вологі середземноморські повітряні маси. Висотна фронтальна зона піднімається до півночі і розташовується над центральними і північними районами ЄТР, тому північно-західні циклони влітку проникають на Україну дуже рідко. В середині літа (завдяки зростанню різниці температур між водною поверхнею Чорного моря і значно прогрітим континентом) число циклонів знову збільшується за рахунок утворення місцевих циклонів, які слабо виражені в баричному полі і тривалість яких невелика (15-18 годин). На території України виділяють два основних райони місцевого циклогенезу. Це район Карпат, східні схили, тобто підвітряна сторона, де мають місце сприятливі умови для падіння тиску. Тут циклони можуть виникати як взимку, так і влітку. Але влітку вони виникають частіше завдяки дії не тільки орографічного, але й термічного фактора. Другим осередком місцевого циклогенезу є південь і південний схід України. Влітку

земна поверхня в цих районах України сильно прогрівається. Близькість більш холодного Чорного моря сприяє збільшенню термічних і баричних градієнтів і формуванню місцевих циклонів. Південно-східні циклони, які виникають тут, в літні місяці спостерігаються на Україні найчастіше. Основні шляхи переміщення циклонів і антициклонів показано на рис. 1.4.



1. – Шляхи циклонів, 2. – Ділянки орографічної сегментації циклонів,
3. – Шляхи антициклонів, 4. – Ділянки орографічної міграції антициклонів,
5. – Ділянки виникнення циклонів та антициклонів.

Рис. 1.4. Основні шляхи переміщення циклонів та антициклонів
влітку

Літні процеси продовжуються до середини серпня, в подальшому характер циркуляції змінюється.

Відзначимо, що в цілому за рік на території України області низького тиску (циклони та улоговини) становлять близько 42% усіх баричних утворень. Щорічно спостерігається у середньому 43 циклони та 60 улоговин. Області низького атмосферного тиску в основному переміщуються із заходу, південного та північного заходу. Найінтенсивнішими і найтривалішими є південні циклони. Місцеві циклони бувають рідше і тривалість їх значно менша. Це південно-східні циклони, центр виникнення яких звичайно розташований над східною частиною акваторії Чорного моря, що потім переміщуються на схід країни, або південні циклони, яка під впливом південно-східного виступу змінили свою південну траєкторію на східну.

Антициклонічний тип погоди за тривалістю протягом року переважає над циклонічним, але повторюваність антициклонів, виступів і гребенів

менша – 40%. Ці баричні утворення приходять на територію України з різних районів, що визначає винос повітряних мас самого різного походження. Основні траєкторії руху антициклонів в Україні: західні, південно-західні, північно-західні, північні, північно-східні та південно-східні. Влітку часто розвиваються західні та південно-західні антициклони у вигляді виступу або окремого ядра, які є продовженням Азовського максимуму. Серед місцевих процесів антициклогенезу виділяється розвиток і поширення на захід південно-східного виступу у районі Донецької височини, а також формування баричного поля підвищеного атмосферного тиску влітку над центральною частиною країни.

Не менш важливими для формування синоптичних процесів і найпоширенішими є відроги та виступи із західною та східною спрямованістю осі. В основному це периферії Азовського та Азіатського антициклонів, і як відомо, територія України є межею їх подальшого східного або західного поширення, яку називають “віссю Воейкова”. Таким чином, внесок циркуляції атмосфери в формування клімату України полягає в тому, що вона, як основний механізм тепло- і вологообміну між океаном і суходолом, між високими та низькими широтами, зумовлює погодні умови на її території в різні пори року [1].

1.4 Підстильна поверхня

Підстильна поверхня – сукупність природних і перетворених ландшафтів на земній поверхні, що знаходяться у взаємодії з атмосферою в процесі обміну теплом і вологою.

На земній кулі переважає водна поверхня (71% її площі), яка суттєво впливає на формування кліматів Землі. На суходолі підстильна поверхня представлена рівнинами та горами різних розмірів та морфоскульптури. На кліматичні умови впливають розвинена річкова мережа, великі заболочені масиви, характер рослинного покриву, зокрема лісові масиви, сніговий покрив тощо. Стан підстильної поверхні змінюється протягом року внаслідок чергування періодів вегетації рослин, перетворення вологи в атмосфері, викликаних зміною тривалості дня і ночі та пір року, нагрівання та охолодження, а також ступеня зволоження земної поверхні і атмосфери. Різниця в поглинанні-відбитті, витратах та накопиченні променистої енергії Сонця між різними ділянками підстильної поверхні впливає на фізичний стан атмосфери, тобто на погоду та клімат. Підстильна поверхня відіграє важливу роль у формуванні різних типів повітряних мас, зумовлюючи їхню трансформацію при переміщенні над певною територією. У менших масштабах вона зумовлює місцеві атмосферні циркуляції (бризи, мусони, гірсько-долинні вітри). Вивчення властивостей підстильної поверхні, як

кліматоутворювального фактору, дає можливість оцінити вплив її на стан атмосфери та окремі погодні процеси.

Температурний режим підстильної поверхні залежить від її теплофізичних властивостей. У ґрунт сонячне випромінювання проникає на глибину менше міліметра, перетворюючись у тепло, яке передається глибше за допомогою теплопровідності. У воду солярна радіація проникає на глибину десятків метрів, а глибше вона передається у вигляді теплового масопереносу (хвилями, течіями), термоконвекції (тепліша вода піднімається вгору через меншу щільність, найбільшу щільність вода має при $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$). Ґрунт нагрівається і охолоджується швидко, вода — більш повільно, тому добові і річні коливання на поверхні води набагато менші. Океан — тепловий обігрівач планети.

Добові амплітуди температури ґрунту (різниця між добовими максимумом і мінімумом) залежить від географічної широти точки спостереження і пори року, а також від хмарності на момент спостереження, бо хмари затримують теплообмін земної поверхні з атмосферою. Ще один фактор, що зменшує амплітуду — це рослинний і сніговий покриви, своєрідні термоізолятори. Чим масивніше вони, тим меншими бувають температурні коливання на ґрунті.

Підстильна поверхня, змінена діяльністю людини (внаслідок вирубування або насадження лісу, зрошування або осушення земель, спорудження будівель тощо), призводить до утворення нових типів мікрокліматів, взаємодія яких впливає на клімат Землі в цілому. Рівнинність території України сприяє вільному проникненню і поширенню над нею помірних морських і континентальних повітряних мас, а також арктичних. Водночас значна протяжність України в меридіональному напрямку зумовлює трансформацію морських повітряних мас у континентальні з просуванням на схід. Бар'єрами на шляху переміщення повітряних мас є Українські Карпати і Кримські гори. Вони перешкоджають проникненню холодного арктичного та помірного континентального повітря в Закарпаття і на Південний берег Криму. Саме тому показники температури повітря взимку в степовій частині Криму можуть бути на $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ нижчою, ніж на Південному березі. У горах температури повітря загалом нижчі, ніж на прилеглих рівнинних частинах. Вологе повітря затримується на навітряних схилах гір. Гори посилюють висхідні рухи повітря, над ними формується більша хмарність і випадає більше опадів, ніж на рівнині. Навіть над низькими Донецькою та Приазовською височинами річна сума атмосферних опадів, як і кількість гроз і туманів, більша порівняно з навколишніми районами [1].

2 НАСЛІДКИ МОЖЛИВИХ ЗМІН КЛІМАТУ ДЛЯ БІОКЛІМАТИЧНОГО РЕЖИМУ УКРАЇНИ

2.1 Вплив змін клімату на здоров'я людей

2.1.1 Загальна характеристика

Глобальне потепління клімату дає помітний негативний внесок у зміни здоров'я населення, хоча поки оцінка потенційного впливу змін клімату на здоров'я містить в собі велику ступінь невизначеності [2]. Зміни клімату – це проблема не лише сьогоднішнього дня, але й можливо, що в майбутньому вона ще більше загостриться для дітей і дорослих. Бо кліматичній системі властива інерція, а це означає, що вплив нинішніх викидів парникових газів проявиться через десятиліття або навіть століття. Вже тепер людство все частіше стикається з різними екстремальними природними явищами – повенями, тайфунами, погодними ситуаціями з великою кількістю жарких або, навпаки, дуже холодних днів. За оцінками ВООЗ зміни клімату в теперішній час є причиною приблизно 150 тисяч передчасних смертей і втрати приблизно 55 мільйонів чоловіко-років непрацездатності у середньому за рік у світі, що становить 0,3 і 0,4% світових показників відповідно. При цьому враховувався вплив гострих кишкових інфекцій (ГКІ), малярії, нестачі харчування, а також смертей і травм в результаті паводків. У 2000 році зміни клімату стали причиною приблизно 2,4% випадків ГКІ у світі і 6% випадків у деяких країнах з середнім рівнем доходів [3].

За 2001-2010 рр. більше 370 тис. чоловік вмерло через явища, пов'язані з потеплінням, – це на 20% більше, ніж у 1991-2000 роках. Основний внесок зробила екстремальна жара в Європі у 2003 році і у Росії у 2010 році.

За даними експертів ВООЗ, щорічно в Україні кількість смертей, пов'язаних з впливом навколишнього середовища і екологічних факторів, яким можна запобігти, становить 155 тис. або 19% від показника загальної смертності [4].

У майбутньому населення України також може зіткнутися з такими явищами, як періоди екстремальної жари (холоду), повені, погіршення якості і безпеки харчових продуктів і води, поширення інфекційних захворювань, хвороб органів дихання, нирок, серцево-судинної та нервової систем, психічних розладів тощо.

Вплив змін клімату на здоров'я людини здійснюється різними шляхами. Прямий вплив пов'язаний в основному з посиленням екстремальності клімату – збільшенням кількості днів з дуже високими і низькими температурами, частоти та інтенсивності повеней, штормів,

тайфунів тощо. Непрямий вплив пов'язаний в основному зі зменшенням об'ємів доступної доброякісної питної води, зростанням площ засушливих земель, збільшенням частоти рівнів забруднення повітря за несприятливих метеорологічних умов, появою «нових» хвороб і зміною ареалів кліматозалежних хвороб людини тощо. Наприклад, потепління клімату суттєво підвищує ризик виникнення пожеж, одним з головних наслідків яких є значне зростання концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. Забруднення повітря продуктами горіння, посилюючи вплив промислових і транспортних викидів забруднюючих речовин, призводить до загострення хронічних захворювань органів дихання (зокрема, захворювань верхніх дихальних шляхів, астми, пневмонії і хронічних захворювань). До непрямих факторів можна віднести і енергетичну бідність.

Особливо ускладнює задачу оцінки кліматогенних змін здоров'я населення його поліфакторність, включаючи дію сильних некліматичних факторів – забруднення навколишнього середовища, нестачу ресурсів. Їх зміни у часі можуть спотворювати «кліматичний сигнал»: вони можуть або послаблювати, або посилювати дію кліматичних факторів.

У табл. 2.1[2] наведено шляхи за якими відбувається вплив змін клімату на здоров'я людей з врахуванням стану екологічних і соціальних систем, а також системи охорони здоров'я.

Таблиця 2.1 – Шляхи впливу кліматичних змін на здоров'я людей

Погодні/кліматичні фактори	Негативні наслідки для здоров'я людей	Діапазон впливу і наслідків для здоров'я людей
1	2	3
Посухи, харчування і продовольча безпека	Неповноцінне харчування	Смертельні результати, неповноцінне харчування (недоїдання, білкова недостатність і/або недостатність мікроелементів), інфекційні і респіраторні захворювання
Екстремальні погодні умови: вітри, шторми, повені, циклони	Наслідки для здоров'я, зумовлені екстремальними погодними умовами Утоплення і пошкодження, пов'язані зі штормовими приливами Проблеми зі здоров'ям серед переміщеного населення	Смертельні наслідки і пошкодження Інфекційні захворювання Токсичні забруднення Підвищений ризик захворювань через якість води Зростання кількості респіраторних і гострих кишкових захворювань внаслідок скупченості проживання людей Вплив на психічне здоров'я, включаючи наслідки для психічного здоров'я в результаті соціальних, економічних і демографічних переміщень Травми і підвищений ризик захворювань внаслідок міграції і скупченості проживання

Продовження таблиці 2.1		
Теплові екстремальні умови: теплові хвилі холодові хвилі	Хвороби і смертні випадки внаслідок жару	Збільшення кількості смертних випадків і хвороб внаслідок жару Підвищення рівня смертності в уразливих групах
Водні ресурси і захворювання Зміни кількості опадів у вигляді дощу, наявності та якості води	Інфекційні захворювання Захворювання, пов'язані з водним шляхом зараження	Захворювання, пов'язані з водним шляхом зараження – захворювання, які передаються з во- дою (зараження оральним ляхом) – захворювання, зумовлені нестачею води (недотримання санітарно- гігієнічних правил)
	Інфекційні захворювання Захворювання, які передаються з продуктами харчування	Інфекційні захворювання, які передаються з продуктами харчування (включаючи викликані сальмонеллою, кампілобацилою і багатьма іншими мікробами)
Захворювання, які передаються носіями і поши- рюються гризу- нами, а також інші інфекційні захворювання	Інфекційні захворювання Захворювання, які передаються носіями і поширюються гризунами	Малярія, філяриатоз, тропічна лихорадка, жовта лихорадка, лихорадка Западного Нилу Лейшманіоз Хвороба Шагаса Хвороба Лайма, кліщевий енцефаліт Африканський трипаносомоз Онхоцеркоз
Якість повітря і захворювання	Вплив на здоров'я людей атмосферного забруднення	Загострення серцево-судинних і респіраторних захворювань через погіршення якості повітря
Аероалергени і захворювання	Алергічні захворювання	Зміни в аероалергенах (спори, пилок), які потенційно сприяють загостренню астми та інших алергічних захворювань органів дихання
Інші фактори		
Наземні зміни		Ризик інфекційних захворювань внаслідок нових географічних ареалів і активності тварин, які переносять хвороби, комах і хвороботворних паразитів, що викликають малярію
Зміни у морській екології		Зміни у сфері розповсюдження харчових отруєнь в результаті дії токсичних водоростей
Проникнення солоні води у прибережні водоносні шари		Підвищений ризик кишкових хвороб в результаті незадовільного водопостачання

З усього різноманіття факторів, наведених у табл. 2.1 зупинимось лише на впливі екстремальних температурних умов на здоров'я населення і впливі

кліматичних умов на поширення інфекційних захворювань людини. Остання проблема є складною для дослідження, але дуже важливою.

2.1.2 Екстремальні температури і здоров'я населення

Екстремально високі температури можуть впливати на здоров'я людей безпосередньо. Основне біокліматичне значення температури повітря полягає у її впливі на тепловий обмін організму з навколишнім середовищем: висока температура утрудняє віддачу тепла, низька, навпаки, збільшує її [10]. Якщо людина знаходиться в умовах низької температури, то у неї посилюється теплопродукція і зменшується діаметр периферичних судин шкіри, що призводить до зниження температури шкіри, у 6-7 разів зменшується теплопровідність шкіри та поверхневих тканин, посилюється приплив крові до глибоких тканин і внутрішніх органів. Артеріальний тиск має тенденцію до підвищення (особливо при м'язовому тремтінні). За підвищеної температури у людини знижуються рівень та інтенсивність теплопродукції і збільшується діаметр периферичних судин шкіри, зростає температура шкіри, знижується приплив крові до глибоких тканин і внутрішніх органів. В обох випадках організм людини намагається пристосуватись до умов зовнішнього середовища завдяки складним терморегуляторним механізмам.

Відомо, що в основі фізичної терморегуляції теплового балансу організму лежать різні механізми тепловіддачі. Основні з них: випромінювання тепла з поверхні тіла до більш холодних навколишніх предметів; конвекція – нагрівання повітря, що прилягає до поверхні тіла людини; випаровування вологи зі шкіри і слизових оболонок дихальних шляхів [13]. У стані спокою і теплового комфорту теплові втрати конвекцією становлять в середньому 15,3%, випромінюванням – 55,6% і випаровуванням – 29,1%. В умовах високих або низьких температур повітря, або під час інтенсивної фізичної роботи ці величини значно змінюються. Проте можливості механізмів терморегуляції далеко не безмежні. За умови тривалого знаходження в несприятливих температурних умовах (висока або низька температура повітря) може наступити зрив адаптації механізмів терморегуляції, який супроводжується порушенням теплової рівноваги між організмом і середовищем. У свою чергу це може призвести до функціональних (перегрівання або переохолодження, тепловий удар) або глибоких патологічних порушень [4].

Коли людина тривалий час перебуває в умовах високої температури повітря, то підвищується температура її тіла, кількість серцевих скорочень змінюється, підвищується або знижується артеріальний тиск, порушуються обмінні процеси, особливо водно-сольовий, порушується функціональний

стан органів шлунково-кишкового тракту. Одночасно знижується розумова і фізична працездатність. Наприклад, працездатність людини при температурі 24 °C знижується на 15% порівняно з її рівнем у комфортних умовах, а при температурі 28 °C – вже на 30%.

В умовах жаркого клімату знижується імунобіологічна реактивність організму людини, що призводить до зниження його опірності різним інфекційним захворюванням.

Значний перегрів організму може призвести до теплового удару, який настає миттєво і часто призводить до складних наслідків. При цьому з невідомих причин терморегулюючий центр мозку припиняє функціонувати і організм зовсім втрачає здатність звільнитись від надлишків тепла.

Тривалий вплив відносно низьких температур повітря (або короточасні впливи особливо низьких температур) викликає значне порушення функціонального стану. У таких умовах часто виникають різні простудні захворювання або загострення хронічних захворювань (м'язів і зв'язково-суглобового апарату; ревматизму; радикуліту тощо). У результаті постійного охолодження організму підвищується частота виникнення простудних та інфекційних захворювань.

Слід зазначити, що про несприятливий вплив низьких температур на здоров'я людини свідчать сезонні коливання смертності. Між смертністю взимку і температурою повітря спостерігається лінійний зв'язок. Проте лише невелика кількість смертей у зимовий період безпосередньо пов'язана з низькою температурою тіла (гіпотермією). Причиною смерті частіше є серцево-судинні і респіраторні захворювання. Порушення серцево-судинної системи посилюється з продовженням холодного періоду. Кількість серцевих нещодагань збільшується після 1-2 днів холодної погоди, серцевих нападів – після 3-4 днів, захворювань пневмонією і бронхітом – через 7 днів холодної погоди.

Ефект «холодової хвилі» наочно демонструє ситуація у січні-лютому 2006 року, коли у Москві аномально низькі температури спостерігались протягом 26 днів. Достеменно було встановлено негативні ефекти хвилі холоду у цей період у людей похилого віку старше 75 років. [5]. При впливі низьких температур у групи ризику входять також і люди без певного місце проживання.

Зміни клімату супроводжуються зростанням кількості днів з аномально високою температурою. Відомо, що стійка, тривала жарка погода викликає підвищення смертності і загострень серцево-судинних хвороб. До групи найбільшого ризику належать діти молодшого віку і люди пенсійного віку, особи, професійна діяльність яких пов'язана з перебуванням на відкритому повітрі, і люди з низьким рівнем доходів, для яких адаптаційні можливості (наприклад, використання кондиціонерів) малодоступні. У великих містах групою ризику є також люди, які мешкають або працюють в «островах тепла». Під цим терміном розуміють центральну частину міста, що

характеризується щільною багатоповерховою забудовою, великими заасфальтованими просторами, мінімальною кількістю зелених насаджень і відкритих водойм. У таких умовах вплив жари є найбільш згубним. Сучасне потепління клімату супроводжується зростанням кількості днів з екстремально високою температурою [2].

У Європі літо 2003 року визнано найжаркішим літом за останні 500 років. Аномально високі температури спостерігались у липні-серпні: у Великобританії – до 38,1°C, Баварії – до 40,4°C, на півночі Італії – до 40°C, у горах Австрії – до 52°C, у Франції – до 35°C протягом 11 днів. За останні роки у деяких містах різко збільшилась амплітуда коливань літніх температур (у Парижі, наприклад, коливання середніх місячних температур раніш знаходились у межах 8°C, а під час жари 2003 року зросли до 12°C). Міністерства охорони здоров'я деяких європейських країн дуже оперативно організували контроль за показниками смертності у містах. В Італії таке дослідження почалось 22 серпня. А вже на початку вересня були отримані перші дані про показники смертності у столицях 21 регіону. Таким чином, був встановлений зв'язок між смертністю населення, температурою і вологістю повітря. За червень-серпень додаткова смертність становила 3134 випадків. Причому у 92% випадків ці люди були старше 75 років. Найбільше зростання смертності виявлено у північній частині Італії. У Франції з 1 по 20 серпня 2003 року, коли максимальна температура повітря була вище 35°C, кількість додаткових випадків смерті досягнула 14800. Це на 60% більше, ніж у цей же період часу 1999-2002 років (рис. 2.1) [6]. В окремі дні кількість додаткових випадків смертності досягала 2200. У 70% випадків вмирали люди старше 75 років.

У жаркі дні також загострювались різні серцево-судинні захворювання, наприклад, стенокардія, з появою болю у грудній клітці, головного болю, запаморочення, нудоти, відчуття втоми тощо. Після цієї події Міністерство охорони здоров'я Франції розробило спеціальний План дій з оцінки і профілактики гострого впливу погодних явищ на здоров'я людини [7].

Жаркий серпень 2003 року став причиною до 6 тисяч додаткових смертей в Іспанії та 1,3 тис. у Лісабоні [8].

В цілому влітку 2003 року у Західній та Центральній Європі в результаті екстремальної жари загинуло, за різними оцінками, від 27 до 40 тисяч людей.

У 2006 році хвиля жари стала причиною смерті ще 1000 чоловік у Нідерландах, а влітку 2010 року – 500 чоловік. За оцінками голандських статистиків перевищення порога температури повітря на 1°C призводить у цій країні до збільшення смертності на 30 випадків на тиждень [9].

Дані більше ніж п'ятидесяти європейських досліджень смертності населення у періоди літньої жари показали, що найбільш високі показники смертності були серед людей похилого віку, які страждають на хронічні захворювання серцево-судинної системи, органів дихання, діабетом,

госпіталізованих осіб, а також людей, що мешкають у містах (порівняно з передмістями).

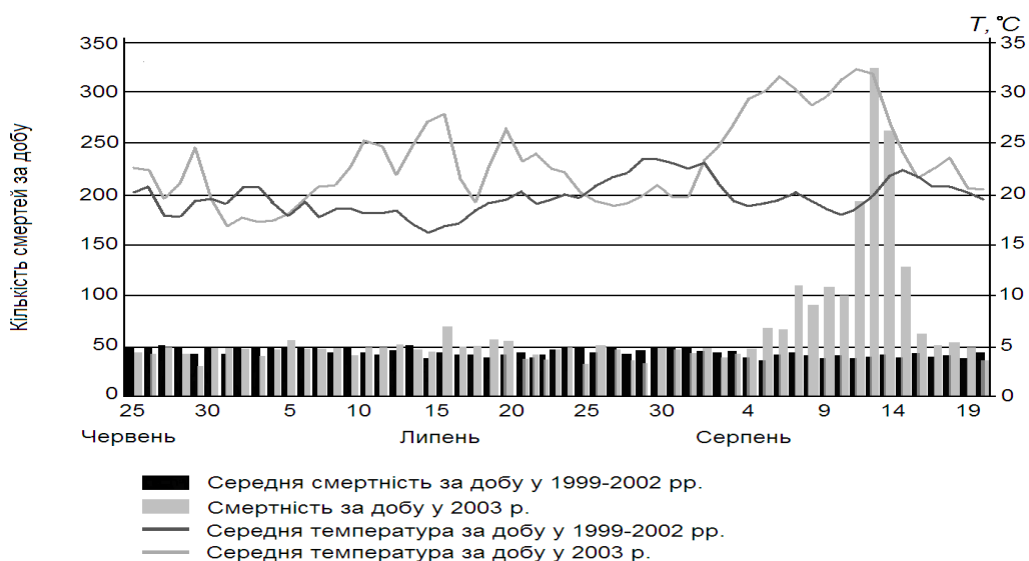


Рис. 2.1. Додаткова смертність у Парижі під час хвилі тепла на початку серпня 2003 р. (INVS, 2003)

Абсолютним рекордсменом за весь період регулярних метеорологічних спостережень у Росії стало літо 2010 року: перманентна хвиля жари з середньою добовою температурою вище 25 °С тривала 40 днів, що призвело до підвищення смертності у країні порівняно з липнем-серпнем 2009 року на 54 тис. випадків (за офіційними даними Росстата). Лише у липні-серпні 2010 року перевищення рівня смертності у Москві порівняно з аналогічним періодом 2009 року становило 11 тис. випадків або 55% [10], причому у серпні через пожежі відбулось більш різке її збільшення від захворювань органів дихання (табл. 2.2), значне зростання від інфекційних і паразитарних захворювань (на 61,5% порівняно з липнем-серпнем 2009 року), новоутворень (на 70,2%), від зовнішніх причин, тобто втоми, вбивств, самогубств, травм, дорожньо-транспортних подій тощо (у липні на 52,9%). Із зовнішніх причин найбільше зростає смертність від самогубств – у липні на 63 випадки або 101,6%, і серпні на 38 випадків або 52,1% [11]. Про те, що під час жари підвищується кількість випадків суїцидів повідомляють і інші автори.

Під час жари влітку 2010 року у мільйонів людей знизився імунітет і підвищилась уразливість відносно простудних та інфекційних захворювань, що спричинило зростання ризику епідемій у осінньо-зимовий сезон 2010-2011 рр. У майбутньому при збільшенні кількості днів з аномально високою температурою кількість додаткових випадків летального результату може зростати. У цілому по країні без врахування втрат 2010 року лише у липні збільшення смертності може становити від 4,3 до 7,7 тис. випадків [12].

Таблиця 2.2 – Хвилі жару і смертність у Москві влітку 2010 року

Показник	Липень	Серпень	Разом
Кількість днів з температурою вище багаторічної середньої місячної на 5 °С (у липні - > 23,4°С, у серпні - > 21,4 °С)	27	18	45
Додаткова смертність у 2010 році порівняно з 2009 роком, абсолютна кількість (приріст, %).	+4 824 (50,7)	+6 111 (68,6)	+10 935 (59,6)
В тому числі (приріст, %) від:			
хвороб системи кровообігу	51,5	66,1	58,8
хвороб органів дихання,	59,1	110,1	84,5
інфекційних хвороб	56,3	66,7	61,5
новоутворень	58,8	81,6	70,2
зовнішніх причин	48,0	57,8	52,9

Таким чином, у Москві та інших регіонах Росії фактично був перерваний тренд зниження смертності населення, і значне скорочення кількості осіб непрацездатного віку представляє істотну загрозу демографічній ситуації.

Кількість теплових хвиль значно зросла за останні 100 років і вони стали з'являтися у 2-4 рази частіше. За прогнозами, протягом наступних 40 років, їх стане у 100 разів більше.

Аналіз залежності смертності населення у п'ятидесяти містах США за 1998-2000 рр. (більше 7,5 млн випадків смертей) від максимальної і мінімальної температури, кількості днів з високою і дуже низькою температурою виявив тісні зв'язки між екстремальними значеннями температури і смертністю від діабету. Смертність від серцево-судинних захворювань у цій країні більше залежала від екстремально низьких, ніж екстремально високих температур [13].

Надзвичайно жарка погода, особливо в областях з помірним кліматом, призводить до зростання захворюваності і летальних наслідків, оскільки населення таких регіонів часто дезадаптивоване до різких змін метеорологічних умов. Наприклад, у Торонто протягом 50 років по днях вивчалась залежність смертності від погоди. Найвищу смертність зафіксовано у липні-серпні, коли спостерігалась найбільша кількість дуже жарких днів, до того ж ризик смерті тим вищий, чим тривалішими були епізоди жару. Встановлено, що фізіологічні реакції організму людини в умовах гіпертермії суттєво залежать від вологості повітря.

У 1980-1998 рр. в Індії спостерігалось 18 хвиль тепла; хвиля тепла у 1988 році забрала 1300 життів [14]. У штаті Андхра-Прадеш у 2002 р. під час хвилі тепла загинуло 622 людини [15]. Підвищення смертності спостерігалось у осіб, які належать до груп ризику: бідних і людей похилого віку, а також поденних сільськогосподарських робочих і рикш, що вимушені працювати зовні помешкання за будь-якої погоди. Ситуація погіршувалась ще й тим, що конструкція селянських будівель найчастіше така, що не захищає від жару.

Слід зазначити, що наслідки потепління клімату для населення можуть бути різними у північних і південних регіонах, через те що мешканці півдня краще адаптовані до жару. Підтвердженням цього може служити співставлення показників смертності у двох містах США і Канади – південному Даласі, розташованому на широті азіатських республік колишнього СРСР, і північному Монреалі, який хоча і знаходиться на широті Краснодару та Сочі, але по клімату більш схожий з Москвою. У Монреалі смертність населення починала зростати за температури 29° С, а у Даласі – при перевищенні 39° С. Автори цієї роботи вважають температуру 29° С пороговою для жителів північних територій [16]. Навіть короткочасне перевищення температури може стати причиною підвищення смертності населення. У Чикаго в результаті п'ятиденної жару, коли температура досягнула 40 ° С, кількість смертей зросла на 85%, а кількість госпіталізацій – на 11% порівняно з аналогічним періодом у попередні роки. Сильная жара призвела не лише до 514 випадків додаткових смертей, але й до 3300 додаткових випадків невідкладної госпіталізації. Основними причинами смертельних наслідків у ці жаркі дні були ішемічна хвороба серця, діабет, захворювання органів дихання, нещасні випадки, самогубства та вбивства, а причинами госпіталізації – захворювання серцево-судинної системи, органів дихання, нирок, нервової систем, епілепсія [17]. Це цілком зрозуміло, бо жара не тільки спричиняє порушення діяльності серцево-судинної системи, але й впливає на психологічний стан людини.

Виконані ВООЗ дослідження по визначенню порога температурної комфортності, перевищення якого призводить до підвищення смертності жителів міст світу показали аналогічні результати: в різних регіонах різкий підйом кривої смертності починається за різної температури повітря (наприклад, у середземноморських містах у середньому вище 28 °С, у Хельсинки – 23,6 °С). Обговорювалась необхідність використання і інших метеорологічних показників – максимальної та мінімальної добової температури, перепадів температури протягом дня.

Дані по Росії підтверджують цю закономірність. Було виявлено зв'язок між кількістю звернень за екстреною медичною допомогою, загальною смертністю і смертністю від низки причин (травми, утоплення і самогубства), з одного боку, і температурою повітря у літній період, з другого. При підвищенні максимальної добової температури на 10 °С кількість звернень і

смертність від окремих причин зростали вдвічі, показник загальної смертності – на 8%.

Епідеміологічні дослідження у Москві дозволили встановити, що пороговою для збільшення смертності є середня добова температура 25 °С [18].

Кількість досліджень по вивченню зв'язків між метеорологічними факторами і смертністю населення міст, розташованих у різних кліматичних зонах, є достатньо великою. В результаті таких досліджень будувались температурні криві смертності, які відображають залежність щоденної смертності від середньої добової температури повітря і ґрунтуються на статистичній обробці часових рядів добової смертності за багаторічні періоди. Такі криві побудовано для багатьох міст Європи, США, Канади, Японії. Було показано, що залежність між температурою і смертністю нелінійна по всьому температурному діапазону, а для деяких причин смерті (наприклад, для смертності від всіх природних причин і серцево-судинних захворювань) вона має вигляд V- або U-образної кривої, з мінімумом у певній точці, область навколо якої і можна вважати областю температурного комфорт. Для населених пунктів, розташованих у різних кліматичних умовах існують різні значення температурного комфорту. В якості прикладу наведемо розподіл добової середньої смертності від всіх причин у Мадриді як функції добової максимальної температури повітря за 1986-1997 рр. (рис. 2.2) [19]. З рисунка видно, що між названими показниками існує звичайна V-образна залежність, а мінімум спостерігається при 30,8 °С (комфортна температура). Права гілка кривої має набагато більшу крутизну нахилу, ніж ліва. Це дозволяє зробити висновок про те, що жара впливає на смертність сильніше, ніж холод [20]. Добова максимальна температура, при якій нахил кривої залежності між смертністю і температурою стає крутішою, дорівнює 36,5 °С [21].

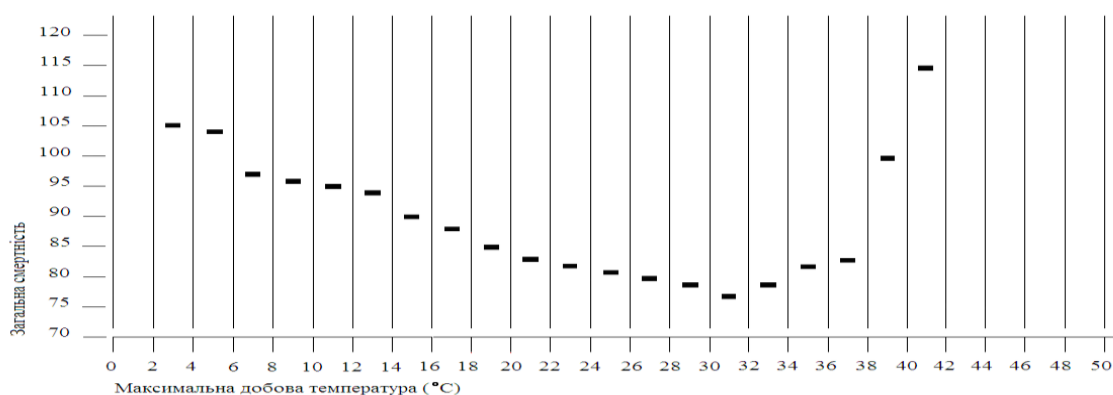


Рис 2.2 .Залежність між смертністю від всіх причин і максимальною добовою температурою у Мадриді. 1986-1997 рр. (Diaz J, Lopez Santiago C., 2003)

У Мадриді вплив надзвичайно жарких днів на смертність найбільший серед жінок старше 75 років (зростання на 28,4% на кожний градус вище 36,5 °C). Зростання смертності від серцево-судинних захворювань більше, ніж зростання смертності від респіраторних захворювань. У чоловіків зростання смертності більше у віковій групі від 65 до 75 років (підвищення на 14,7% на кожен градус вище 36,5 °C), але при більшому внеску смертності від респіраторних захворювань [21].

Якщо температура у майбутньому залишиться навіть такою як сучасна, то у тих країнах і регіонах, де спостерігається старіння населення, кількість захворювань, спричинених хвилями тепла, буде зростати через високий рівень чутливості осіб похилого віку до дії термічного фактора. Так у Росії частка осіб старше 59 років (одної з груп ризику) до 2025 року досягне 27,6%, а до 2050 року – 36,1%, тобто буде у 2 рази більшою, ніж у 1989 році (18,5%) [5]. У Європі відмічається ще більше зростання очікуваної тривалості життя і старіння населення. Найвищим індексом старіння (відношення чисельності населення старше 65 років до чисельності населення у віці 0-14 років) характеризуються Німеччина, Італія та Іспанія (рис. 2.3) [22].

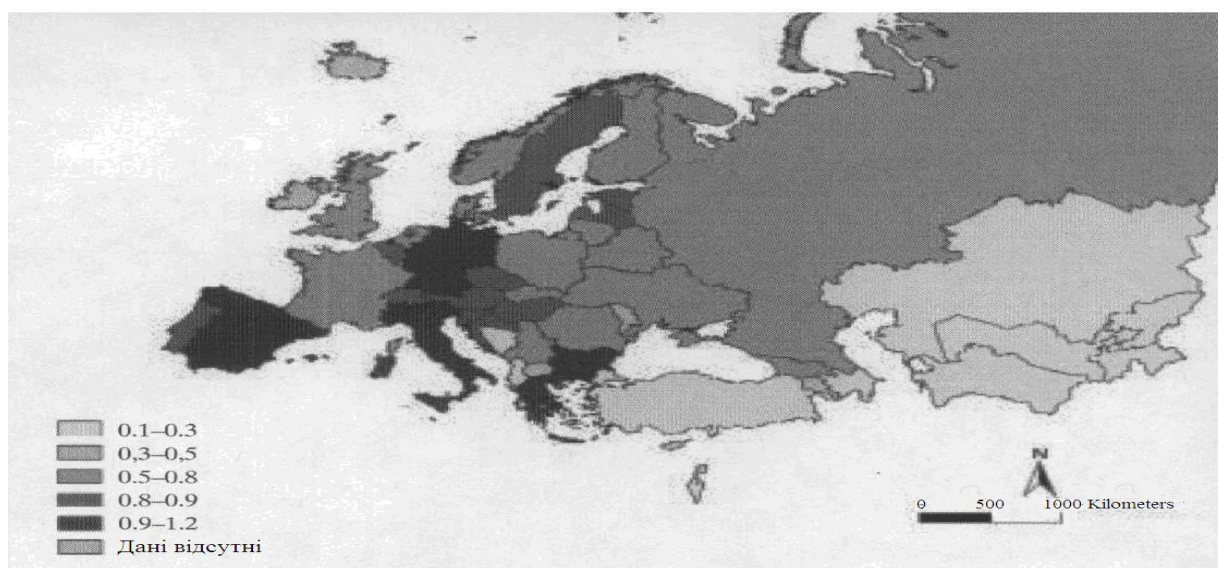


Рис. 2.3 . Індекс старіння у країнах Європейського регіону ВОЗ
(База даних «Здоров'є для всіх» Європейського бюро ВОЗ, 2005)

На рис. 2.4 [10] надано відношення помісячної смертності у 2010 році до аналогічного показника 2006-2009 рр. Цей графік наочно ілюструє, що у першій половині 2010 року смертність у Москві була нижчою, ніж у попередні роки (за винятком інфекційних захворювань взимку, можливо пов'язаних з грипом). У дні з максимально високою температурою смертність більше, ніж удвічі перевищувала звичайний рівень.

У періоди надзвичайної жари на здоров'я людини впливає не лише жара сама по собі, але й ультрафіолетове випромінювання, приземний озон та інші речовини, які забруднюють повітря, і прямо або непрямо пов'язані з погодними умовами.

Слід зазначити, що МГЕЗК прогнозує підвищення середньої температури поверхні Землі у XXI столітті на 1,4-5,8 °С. Як наслідок цього, прогнозується антропогенне потепління в середньому на 0,1-0,5 °С кожні десять років протягом поточного століття. Після XXI століття можна очікувати ще більших змін.

У табл. 2.3 наведена оцінка впевненості у поточних змінах екстремальних погодних і кліматичних явищ у другій половині XX століття (лівий стовпчик) і очікуваних у 21 столітті (правий стовпчик). В якості бази цієї оцінки було використано дослідження результатів спостережень і моделювання, а також фізична правдоподібність майбутніх прогнозів по всьому спектру зазвичай використовуваних сценаріїв, і в її основу покладено думку експертів [2].

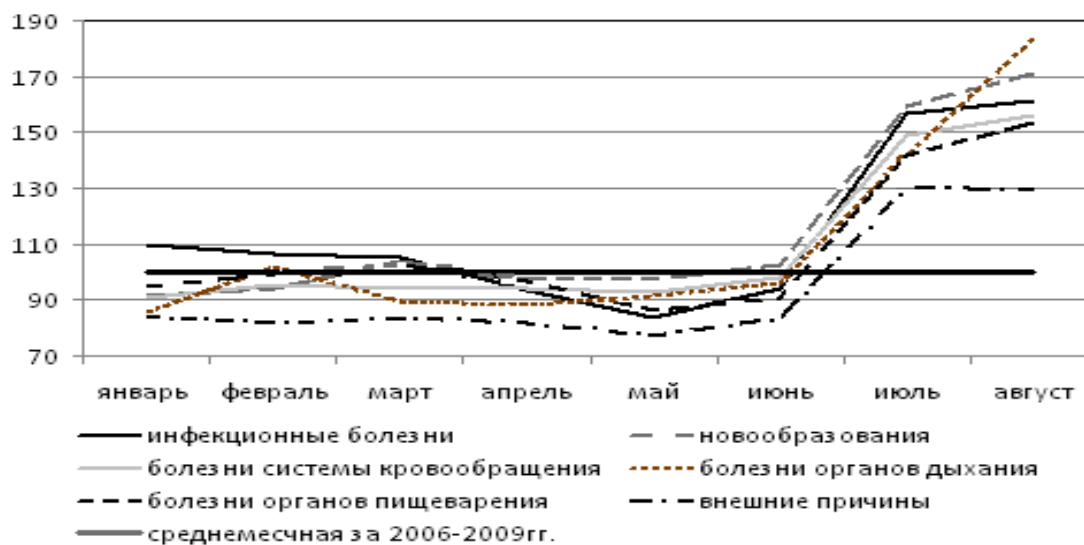


Рис. 2.4. Відношення показників смертності у Москві по місяцях 2010 року до середньої за 2006-2009 рр., % (Ревич Б.А., 2011)

Вплив екстремальної літньої жари на здоров'я людини може посилюватися підвищенням вологості повітря. Періоди сильної жари зазвичай настають у синоптичних ситуаціях, які характеризуються чітко вираженим уповільненим розвитком і рухом повітряних мас, що веде до інтенсивного і затяжного теплового стресу. Проте навіть короточасні або помірні епізоди жари негативно впливають на здоров'я людини.

Таблиця 2.3 – Оцінки впевненості у спостерігаємих і прогнозованих змінах в екстремальних погодних і кліматичних явищах

Впевненість у спостерігаємих змінах (друга половина ХХ ст.)	Зміни у явищах	Впевненість у прогнозованих змінах (у ХХІ ст.)
Імовірно	Більш високі максимальні температури і більше жарких днів майже на всіх територіях суші	Дуже ймовірно
Дуже ймовірно	Більш високі мінімальні температури, менше холодних і морозних днів майже на всіх територіях суші	Дуже ймовірно
Дуже ймовірно	Зменшення добової амплітуди температури на більшості територій суші	Дуже ймовірно
Імовірно на багатьох територіях	Зростання індексу жару (сopolучення температури і вологості) на територіях суші	Дуже ймовірно на більшості територій

За оцінками Всесвітньої організації охорони здоров'я річний показник додаткової смертності у літній період, яка може бути віднесена на рахунок змін клімату, до 2050 року зросте у декілька разів. Тому експерти ВООЗ наполегливо рекомендують системі охорони здоров'я відігравати більш активну роль у боротьбі з сучасними і очікуваними наслідками впливу змін клімату.

В Україні зміни клімату можуть негативно вплинути на такі групи захворювань, як серцево-судинні, респіраторні, інфекційні, онкологічного профілю, захворювання опорно-м'язової системи, травми різної етіології.

Виходячи зі сказаного, країнам і містам вже тепер треба думати про створення систем попереджень про настання сильної жару.

2.1.3 Поширення інфекційних захворювань людини

Потепління клімату призводить до змін умов розповсюдження інфекційних хвороб людини, у тому числі і трансмісивних (від лат. *transmissio* – перенесення на інших), тобто заразних хвороб людини, збудники яких передаються кровосисними членистоногими (комарами, блохами, кліщами тощо). При цьому змінюються умови існування популяцій

переносників трансмісивних хвороб і умови розвитку збудників у переноснику, що спричиняє зміну можливості передачі багатьох хвороб людині і тварині. Зростання температури прискорює розвиток збудника в організмі переносника, а сам процес передачі робить більш ефективним, поширює ареал певних захворювань, полегшує передачу захворювання [23].

Щорічно трансмісивні хвороби є причиною смерті 1,1 млн людей і призводять до втрати 49 млн літ здорового життя [24]. Вплив кліматичних змін не буде обмежуватись рамками тропічних районів країн, що розвиваються. Наприклад, прогнозується, що кліматичні зміни також зумовлять зміни географічного розповсюдження таких захворювань, як хвороба Лайма, кліщового енцефаліту і поширять сальмонельоз та інших інфекцій харчового походження у Європі [25] та Північній Америці [26].

У багатьох країнах світу виявлено зв'язок між потеплінням клімату і захворюваністю людей на бактеріальні інфекції. У Великобританії, Канаді і Німеччині підвищення середньої місячної температури за 1992-2002 рр. призвело до збільшення кількості випадків захворювань на бактеріальну дизентерію, кампілобактеріоз, сальмонельоз. Достовірно встановлено зв'язок між зміною клімату і зростанням шлунково-кишкових захворювань на Тайвані [27], температурою і збільшенням випадків сальмонельозу в Австрії [28], максимальною місячною температурою і критоспоридіозом в Австралії [29]. Епідеміологічні дослідження у США низки кишкових інфекцій, у тому числі сальмонельозу, шигелезу, кампілобактеріозу серед осіб похилого віку у 1998-2002 рр. виявило їх зв'язок з кліматичними умовами [30]. Захворюваність дітей до п'яти років на сальмонельоз у п'яти містах Австралії була пов'язана з середньою місячною температурою попереднього місяця [31].

Дослідження, проведені у Росії, показали, що між змінами клімату і такими хворобами як поліомеліт, краснуха, вітряна віспа, шигелез зв'язок відсутній, але встановлено вплив змін клімату на сальмонельоз, геморагічну лихоманку з нирковим синдромом, кліщовим енцефалітом, іксодовим кліщовим бореліозом [32].

Вплив кліматичних факторів на природно-осередкові інфекції відбувається на фоні дії інших факторів не кліматичної природи – екологічних, демографічних і соціально-економічних. Зокрема захворюваність на кліщовий енцефаліт залежить від об'ємів вакцинації, пригнічення осередків методами неспецифічної профілактики, від збільшення частоти контактів населення, в першу чергу міського (їх частка становить 70-80%), зі збудниками і переносниками на садово-городніх ділянках. На рівень захворюваності також впливають циклічні коливання чисельності переносників.

Причинами зростання захворюваності кліщовим енцефалітом називають також антропогенну трансформацію природних ландшафтів, тобто освоєння лісових масивів під дачні ділянки, більш частий виїзд місцевих

жителів «на природу» для відпочинку, збору грибів, ягід тощо – утворення антропоургічних осередків, в яких у циркуляції вірусу беруть участь і домашні тварини [33].

Сучасна епідеміологічна ситуація характеризується значним зростанням кількості укушених кліщами і зростанням захворюваності на кліщовий енцефаліт у деяких регіонах (рис. 2.5). Одною з провідних причин цього називають зміну клімату, а точніше його потепління та зволоження [34]. Так у Росії у 1956 році було зареєстровано 5163 випадки захворювання на кліщовий енцефаліт, а у 1996 році – вже 10298 випадків. Підвищення температури сприяло зміщенню межі розповсюдження переносників кліщового енцефаліту на північний схід Європейської території Росії та Сибіру і розширило період їх активності [35].

У деяких європейських країнах (Чехія, Швеція) вже відбулось переміщення кліщового ареалу на північ. Японські дослідники показали, що підвищення зимових температур на 5°C призвело до поширення ареалу переносників кліщового енцефаліту на північ. Проте, як вже зазначалось, можливо, ці явища зумовлені й іншими факторами, тому що осередки природних інфекцій відрізняються значною стійкістю.

В Україні місцеві випадки кліщового енцефаліту серед людей реєструються майже щорічно в АР Крим і Волинській області. За останні п'ять років випадки захворюваності реєструються спорадично [36].

Друге захворювання, також пов'язане з кліщом – хворобу Лайма (іксодові кліщові бореліози) у Росії почали офіційно реєструвати з 1992 року. З того часу захворюваність зростає майже вдвічі з 3,5 до 6 випадків на 100 тис. населення (рис. 2.5). Ця хвороба переміщується у більш північні широти і на височини відповідно до переміщення кліщів.

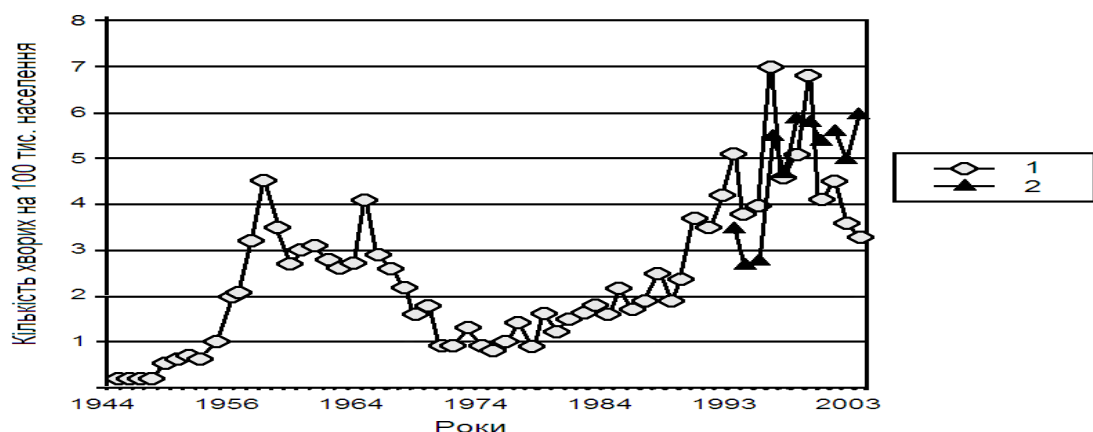


Рис. 2.5. Захворюваність кліщовим енцефалітом (1) та іксодовим кліщовим бореліозом (2) у Росії у 1944-2003 рр. (Злобін та інші, 2004)

У деяких регіонах України, наприклад у Харківській області, також збільшилась кількість кліщів, які переносять збудників хвороби Лайма і

заражають людей при укусі. За інформацією Харківської обласної санітарно-епідеміологічної станції, за перше півріччя 2012 року лабораторією відділу особливо небезпечних інфекцій Харківської обласної СЕС досліджено 965 іксодових кліщів, зібраних на території області у природі, з тварин і людей. Отримано 164 позитивних результати (17%), інфікованість кліщів, видалених з людей, становить 24,1%. Це вище показників аналогічного періоду минулого року, коли зараженість всіх кліщів бореліями становила 14,7%, знятих з людей – 20,6%. Крім того, у поточному році зафіксована у 1,5 рази більша зараженість кліщів, зібраних у природі (10,9% проти 6,9%) [37].

Ще одне інфекційне захворювання – західно-нильський енцефаліт або лихоманка Західного Нилу (ЛЗН), який характеризується лихоманкою, запаленням мозкових оболонок. Причиною цього захворювання є зараження вірусом Західного Нилу, що відбувається при укусі інфікованими комарами. Даний вірус є одним з найпоширеніших представників флавівірусів і зустрічається переважно в Африці, Південній Європі та Азії. Проте в останні роки спорадичні випадки і спалахи ЛЗН стали все частіше реєструватись у людини і тварин у Європі (у Західному Середземномор'ї та південних областях Росії – у 1962-1964 рр., у Білорусії та в Україні – у 1970-1980 рр., у Румунії – у 1996-1997 рр., у Словачії – у 1997 р. і Італії – у 1998 р. [38]. У 1999 р. з'явилися перші повідомлення про виявлення вірусу на території США [39].

В Україні у 2012 році ЛЗН було виявлено у 70 населених пунктах 18 регіонів. Про це сповістив перший заступник Голови Державної санітарно-епідеміологічної служби України О. Кравчук. За період з 2006 по 2011 роки зареєстровано 44 випадки захворювань ЛЗН: у Запорізькій області – 29, Донецькій — 10, Миколаєвській — 2, Херсонській, Полтавській, Харківській – по одному [40].

У Росії зареєстровано більше 300 випадків захворювань на лихоманку Західного Нилу. Часті випадки виявлення цієї хвороби зафіксовано і в інших сусідніх з Україною країнах, зокрема у Румунії. Взагалі в Європі зареєстровано 115 випадків таких захворювань [41].

У нашій країні зустрічаються лише дві нозологічні форми: геморагічна лихоманка з нирковим синдромом і кримська лихоманка. В останні роки виявлено ідентичні захворювання у різних географічних зонах світу – в Аргентині, Болівії, Індії, Тайланді, на Філіппінах та в інших країнах. Вони зустрічаються у вигляді спорадичних захворювань і рідше у вигляді епідемічних спалахів, які виникають в умовах певного ландшафту (лісистої або степової місцевості, тайга). Найбільш поширена геморагічна лихоманка з нирковим синдромом, природні осередки якої виявлено у Росії (Тульській, Ярославській, Володимирській, Костромській, Ростовській областях), в Україні (Закарпатській, Івано-Франківській, Харківській областях), а також у багатьох країнах Європи, де ця хвороба здавна відома під назвою епідемічної нефропатії. Слід зазначити, що з середини 1980-х рр. кількість

захворювань на цю хворобу у Росії зростає більше ніж у 3 рази. Припускається, що одною з причин даного факту є підвищення температури і кількості опадів у помірних широтах Європи. Спорадичні випадки захворювання зустрічаються у південних областях Росії, України, Молдові, Середній Азії, на півдні Казахстану, а також в інших країнах Європи, Азії та Африки [42].

Зараження геморагічною лихоманкою з нирковим синдромом відбувається при контакті людей з гризунами або предметами, забрудненими їх виділеннями.

У передачі кримської лихоманки основна роль належить кліщам. Захворюваність визначається сезонністю поширення. Ендемічні осередки кримської лихоманки розташовані у південних районах європейської частини Росії, в Україні (Кримський п-ів, Луганська область), півдні Західної Європи (Болгарія, Сербія, Хорватія, Словенія, Греція тощо), у країнах Близького Сходу, Центральній Азії, Китаї, Африці (на південь від Сахари – Кенія, Конго, Нігерія, Уганда тощо).

До речі, окремі випадки цього захворювання трапляються в Одеській та Херсонській областях України.

В останні роки у Росії стала зростати захворюваність на малярію в основному через «завезені випадки» і контакти з приїждженими з азіатських країн (рис. 2.6).

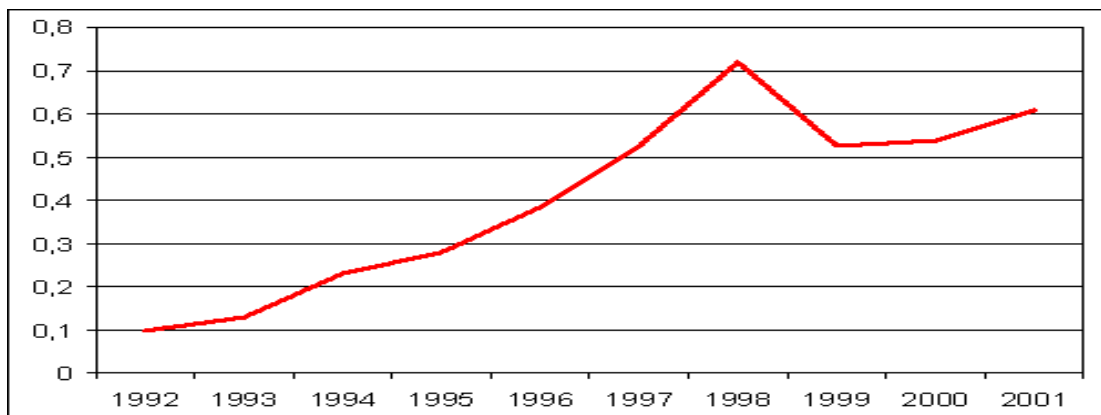


Рис. 2.6. Захворюваність на малярію у Росії (кількість випадків на 100 тисяч) (Семенов С.М. и др., 2002)

Територія Росії за ризиком виникнення малярії ділиться на 4 зони – від найбільш зараженого півдня до найменш зараженої півночі. При подальшому потеплінні клімату відбудеться збільшення територій помірної і стійкої ризику передачі цієї хвороби. За останні три десятиліття триденна малярія поширилась на південну частину Євентійського автономного округу, деякі райони Красноярського краю, Якутії та Далекого Сходу, але одночасно з цим відбулось і скорочення деяких сприятливих для розмноження комарів територій [43].

Здобуті за допомогою моделей прогнози вказують на те, що географічна зона потенціального розповсюдження малярії пошириться через зростання середньої глобальної температури згідно з верхньою межею прогнозованого МГЕЗК діапазону (3-5 °С до 2100 р.), що призведе до другої половини наступного століття до збільшення частки населення світу, якому буде загрозувати малярія, з приблизно 45 % до приблизно 60 %. В районах, де малярія вже зараз є поширеним захворюванням, може спостерігатись активізація передачі хвороби (майже 50-80 млн додаткових випадків на рік відносно оціночного глобального фону в цілому у 500 млн випадків). Через підвищення температури і збільшення кількості повеней може також спостерігатись і деяке зростання захворюваності на нетрансмісивні інфекційні хвороби, такі як сальмонельоз, холера і лямбліоз. Проте дати кількісне визначення прогнозованих впливів на здоров'я людини доволі важко, оскільки масштаб викликаних зміною клімату порушень здоров'я залежить і від інших факторів, таких, як міграція населення, забезпечення чистим навколишнім середовищем у містах, покращення харчування, збільшення запасів питної води, покращення санітарних умов, масштаби заходів по боротьбі з переносниками хвороб, зміни в опірності інсектицидам організмів-переносників хвороб і забезпечення більш широкого доступу до послуг охорони здоров'я. Здоров'я людини уразливе до впливів змін клімату, особливо у міських районах, де просторове регулювання може бути обмежене, а також у районах, де зараження трансмісивними хворобами може збільшитись, надання медичних послуг та іншого базисного обслуговування, наприклад, забезпечення санітарії, залишається недостатнім.

Таким чином, багато смертельно небезпечних хвороб, які передаються через воду і забруднені продукти харчування, а також комахами-переносниками, дуже чутливі до кліматичних і екстремальних погодних умов. Кліматичні зміни загрожують уповільнити, зупинити або повернути назад прогрес, досягнутий відносно багатьох з цих хвороб. Тому зміни клімату ставлять нові задачі в боротьбі з інфекційними хворобами, які потрібно обов'язково розв'язати людству для того, щоб вижити в тих умовах, що склались.

2.2 Очікувана динаміка деяких біокліматичних показників

Для прогнозування наслідків змін клімату в якості базових періодів фахівці по змінах клімату часто вибирають періоди від теперішнього часу до 2050 року і до 2100 року. Проте є доцільним оцінювати потенціальні наслідки як у короткостроковій (на найближчі 10-20 років), так і у довгостроковій перспективі (до 2050 року). Акцент на короткострокову перспективу дозволяє мати актуальну інформацію в межах часового періоду

планування, звичайного для органів охорони здоров'я. Друга ж потреба є в тому, щоб вийти за рамки найближчого майбутнього і заглянути далі, щоб можна було виробити усеосяжні заходи адаптації.

Нами досліджено часову зміну та просторовий розподіл кількості жарких днів в окремі місяці (квітень-жовтень), суми таких днів за всі вказані місяці і за літній сезон з 2011 по 2050 рр. на двадцяти семи станціях України на основі даних сценарію *RCP 8.5*. Крім того, вивчався характер розподілу по території і у часі кількості днів з середньою добовою температурою повітря вище 25 °С.

2.2.1 Деякі сценарії змін клімату

У четвертій доповіді Міжнародної групи експертів по зміні клімату (МГЕЗК) зазначено, що починаючи з кінця 70-их років спостерігаються значні зміни в екстремальних погодних і кліматичних явищах (складової процесу потепління кліматичної системи). До них належать: збільшення частоти жарких днів та ночей, а також хвиль тепла; менша кількість холодних днів і ночей та зменшення кількості морозних днів; частіші інтенсивні опади; інтенсивніші посухи, площа яких збільшується; зростання активності тропічних циклонів у Північній Атлантиці за збільшення екстремально високих температур і зниження частоти екстремально низьких температур. Крім того, вони показали, що ці тенденції знаходяться у відповідності з очікуваним відгуком на збільшення парникових газів і аерозолів антропогенного походження на великих просторових масштабах [44].

Тому прогноз еволюції кліматичної системи є одною з найважливіших і найскладніших задач її дослідження.

МГЕЗК розробила довгострокові сценарії емісії парникових газів і аерозоля у XXI столітті, які опубліковано у Спеціальній доповіді про сценарії викидів (SRES) у 2000 році. Ці сценарії мають деяку невизначеність в оцінках майбутніх змін клімату. Саме цим зумовлена перевага у використанні в науковій літературі терміна «*проекція клімату*» на відміну від терміна «*прогноз клімату*», оскільки це підкреслює той факт, що результати моделювання залежать від вибраного сценарію та гіпотези, на якій базується цей сценарій. Ці сценарії використовуються також для аналізу впливу, адаптації і вразливості щодо майбутніх змін, тобто забезпечують послідовний підхід для аналізу соціально-економічних і кліматичних проблем.

Сценарії SRES здобуті шляхом послідовних розрахунків і оцінок. Спочатку визначались головні рушійні фактори, які впливають на викиди в залежності від демографічного, суспільного та економічного розвитку. Для

цього оцінювались приріст населення, майбутні інтенсивність господарської діяльності та рівень товарообміну між різними країнами, можливості розвитку технології у різних країнах тощо. На основі цих оцінок за допомогою моделей розраховувались сценарії майбутніх викидів парникових газів і аерозолів та змін у землекористуванні. З'ясувалося, що різні комбінації демографічних і соціально-економічних змін можуть призводити до схожих *траєкторій змін викидів*. Наприклад, значний приріст населення у поєднанні з ефективними технологіями і використанням відновлюваної енергії може спричинити зростання викидів, кількість яких аналогічна ситуації з незначним зростанням населення Землі, але з менш ефективними і більш енергоємними технологіями.

Загальна кількість сценаріїв SRES становить 40, і всі вони об'єднані у чотири основні сюжетні лінії – A1, A2, B1 та B2. Еволюція концентрацій різних парникових газів в атмосфері (CO₂, CH₄, N₂O тощо) протягом XXI століття визначалась за допомогою сучасних фотохімічних і вуглецевих моделей. Кожен сценарій являє собою конкретне кількісне тлумачення одної з чотирьох сюжетних ліній. Усі сценарії, які ґрунтуються на одній сюжетній лінії, являють собою сценарну «родину». У сюжетних лініях та підсумкових сценаріях відображаються фактори викиду парникових газів, а саме демографічні зміни, соціально-економічний розвиток, технологічні зміни, використання ресурсів та регулювання забруднення.

Кожна родина (A1, A2, B1 та B2) включає так званий «сюжет», який послідовно описує зроблений вибір розвитку подій. Ці чотири сім'ї можна дуже стисло описати таким чином [39] *Nakicenovic and Swart, 2000*):

1) Родина A1 описує майбутній світ, який характеризується швидким економічним зростанням і збільшенням чисельності населення Землі, причому показники його досягають максимальних значень у середині XXI століття з подальшим зменшенням, а також швидким впровадженням нових і більш ефективних технологій. Відбувається поступова інтеграція регіонів, створення потенціалу і активізації культурних і соціальних взаємозв'язків при значному зменшенні регіональних розбіжностей у доходах на душу населення.

2) Родина A2 («найгірший сюжет») відповідає сценарію повільного зближення між регіонами і високого приросту населення. Розвиток світу відбувається при збереженні місцевої самобутності і опори на власні природні ресурси, а також при постійному зростанні загальної чисельності населення у світі. Економічний розвиток має регіональну спрямованість, а економічне зростання у розрахунку на душу населення і технологічні зміни більш фрагментарні і відбуваються повільніше порівняно з іншими сюжетними лініями. У результаті такого розвитку очікується значне зростання концентрації основних парникових газів в атмосфері.

3) Родина B1 («найбільш оптимістичний сюжет») відповідає умовам низького приросту населення і значним темпам глобалізації економіки, як і в

сюжетній траєкторії A1. Але, на відміну від сюжету A1, найбільш швидкі зміни відбуваються у напрямі розвитку сервісної та інформаційної економіки із зменшенням ресурсоемності матеріального виробництва, впровадженням чистих і ресурсозберігаючих технологій, зумовлених вимогами світової кліматичної політики.

4) Родина B2 відповідає проміжним темпам зростання населення і економіки у порівнянні з сюжетними родинами B1 і A1, а також з менш швидким впровадженням нових технологій. Головна увага приділяється вирішенню проблем економічної, соціальної і екологічної сталості на місцевому та регіональному рівнях на відміну від сюжету B1, де ці проблеми вирішуються на глобальному рівні.

На основі цих сюжетних родин, різними групами дослідників в межах кожної родини було запропоновано сценарії майбутніх змін в залежності від переважання тих чи інших параметрів, з яких були відібрані чотири характерних сценарії по одному з кожного сюжету (рис. 2.7) [42]. Крім того, родина A1 розділена на групи, які дають опис альтернативних варіантів майбутніх технологічних змін в енергетичній системі. Ці групи відрізняються своїм центральним технологічним елементом майбутньої енергетики.

Сценарії SRES надають оцінки майбутніх викидів і концентрацій інших парникових газів (наприклад, N_2O і CH_4), а також викидів двоокису сірки (SO_2), через які в атмосфері утворюються сульфатні аерозолі. На відміну від CO_2 , у всіх сценаріях викиди SO_2 досягають свого максимуму протягом першої половини XXI століття, а потім відбувається їх поступове зменшення (рис. 2.8) завдяки політиці скорочення забруднення атмосфери у всіх індустріальних країнах [42].

Слід зазначити, що жоден з цих сюжетних сценаріїв не містить будь-яких чітких кліматичних ініціатив або регулюючих вимог, пов'язаних з кліматом, хоча політичні альтернативи, описані в різних сценаріях, звісно мають істотний вплив на викиди парникових газів і аерозолів.

МГЕІК в своєму наступному аналізі опирається на чотири характерні траєкторії змін концентрації RCP (Representative Concentration Pathways) викидів. Найекстремальніша траєкторія RCP8.5 представляє сценарій безперервного зростання радіаційного форсингу протягом XXI століття зі значенням майже $8,5 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ у 2100 році (рис. 2.9).

Траєкторії RCP6.0 і RCP4.5 прогнозують стале зростання радіаційного форсингу протягом XXI століття зі значеннями у 2100 році близько $6,0$ і $4,5 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ відповідно і подальшу стабілізацію цих значень після 2100 р. І остання траєкторія RCP3-PD (пік і зниження) передбачає, що радіаційний форсинг досягне максимуму близько $3,0 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ перед 2100 роком, а потім відбудеться його зниження.

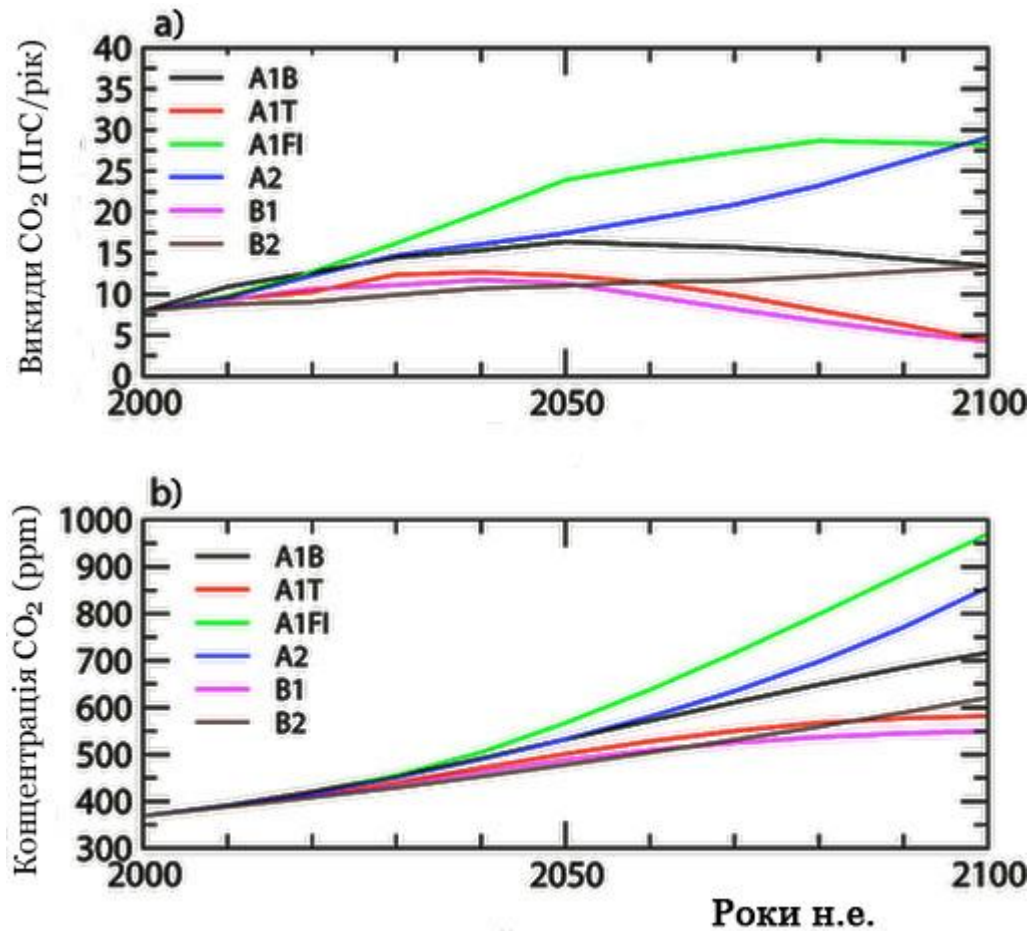


Рис. 2.7. Динаміка: (а) глобальних викидів (у ПгС за рік) і (б) концентрації CO_2 в атмосфері (у ppm) за сценаріями SRES. (Goosse H. et al., 2009)

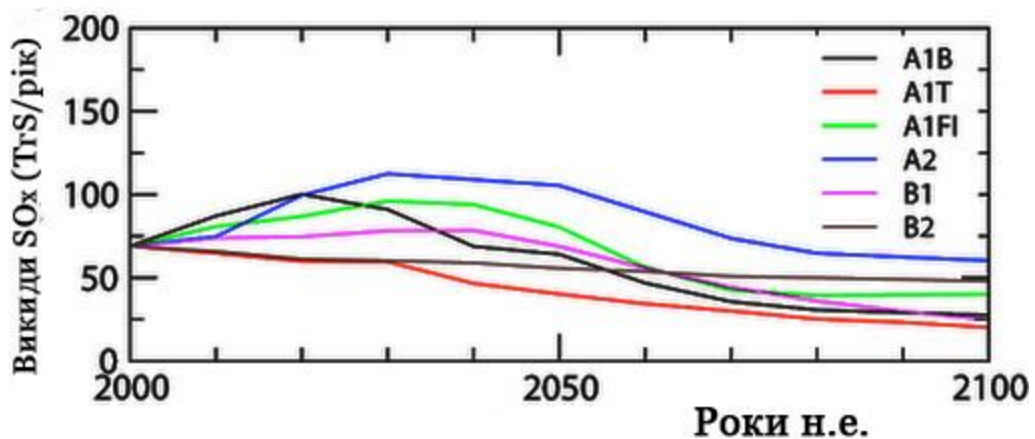


Рис. 2.8. Динаміка глобальних викидів оксидів сульфату (у Tg SO_2 за рік) за сценаріями SRES (Goosse H. et al., 2009)

Відповідні розраховані глобальні викиди і концентрації CO_2 в атмосфері для цих траєкторій представлені на рис. 2.3. Як й очікувалося, часові зміни концентрації CO_2 в атмосфері, як найбільшого фактора радіаційного форсингу, співпадають зі змінами радіаційного форсингу протягом XXI століття.

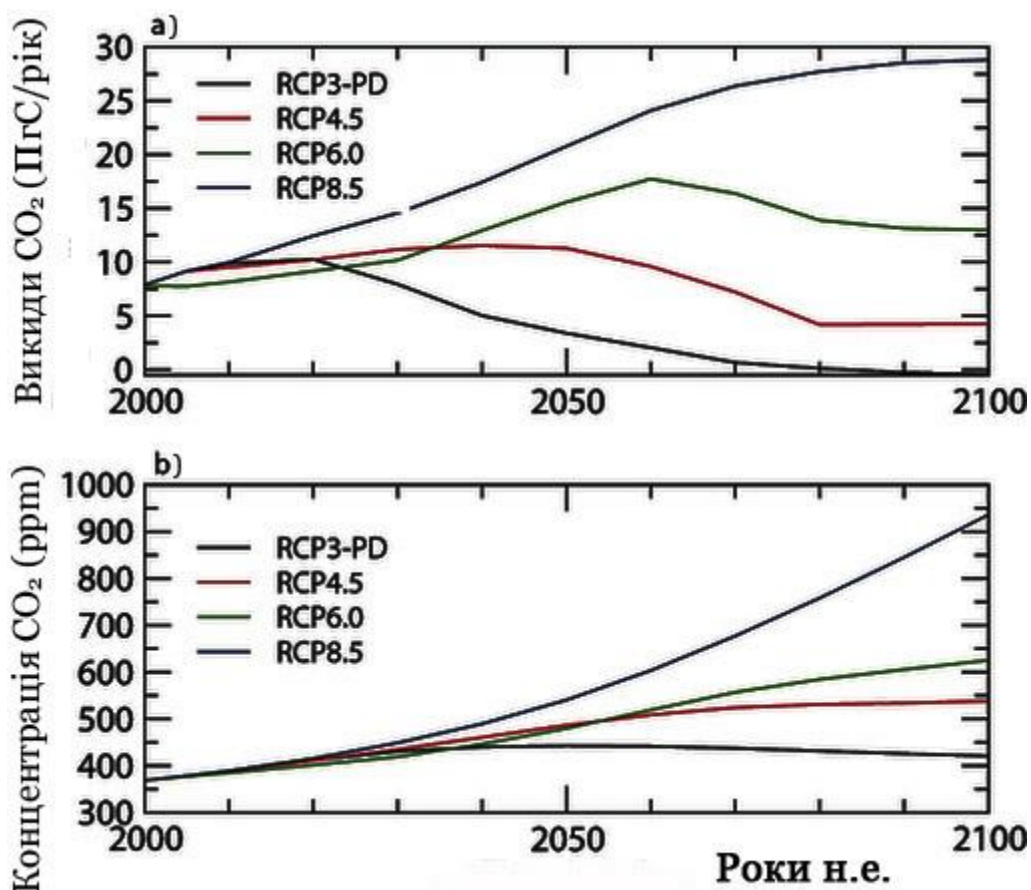


Рис. 2.9. Динаміка: (а) глобальних викидів CO_2 (у ПгС за рік) і (б) концентрації CO_2 в атмосфері (у ppm) для чотирьох траєкторій RCP (Goosse H. et al., 2009).

Кожна RCP також включає оцінки викидів значної кількості парникових газів і атмосферних забруднюючих речовин (CH_4 , N_2O , хлорфторуглеці, SO_2 , сажа тощо), а також й оцінки майбутніх змін у землекористуванні. Наприклад, у всіх траєкторіях передбачається зменшення викидів SO_2 навіть більше ніж в SRES.

Представляє інтерес ще й модель Лабораторії геофізичної гідродинаміки (GFDL) Національної адміністрації по океану та атмосфері США версії 2.1, розділення якої становить 2° широти \times $2,5^\circ$ довготи, тобто дозволяє вивчити регіональні особливості майбутніх змін різноманітних кліматичних характеристик і над територією України. Ця модель має чутливість до подвоєння CO_2 $4^\circ C$.

На жаль, всі зазначені підходи поки що не дозволяють розробити надійні прогнози майбутніх змін клімату. Але наразі можна вважати чисельні моделі загальної циркуляції (МЗЦ) атмосфери та океану найбільш досконалим інструментом для побудови сценаріїв зміни клімату. Ці моделі дозволяють отримати оцінки кліматичних параметрів для упорядкованої сітки точок на усій земній кулі. Хоча і МЗЦ не спроможні реалістично відтворювати процес зміни клімату на регіональному рівні. Через це доцільно для оцінки вразливості природних ресурсів і соціально-економічних секторів використовувати декілька сценаріїв зміни клімату.

Для прогнозування наслідків змін клімату в якості базових періодів фахівці по змінах клімату часто вибирають періоди від теперішнього часу до 2050 року і до 2100 року. Проте є доцільним оцінювати потенціальні наслідки як у короткостроковій (на найближчі 10-20 років), так і у довгостроковій перспективі (до 2050 року). Акцент на короткострокову перспективу дозволяє мати актуальну інформацію в межах часового періоду планування, звичайного для органів охорони здоров'я. Друга ж потреба є в тому, щоб вийти за рамки найближчого майбутнього і заглянути далі, щоб можна було виробити усеосяжні заходи адаптації.

2.2.2 Динаміка жарких днів у різних регіонах України

Характеристикою термічних умов місцевості у літній час є так звані жаркі дні. У біокліматології існують методи оцінки жаркої погоди. Як вже згадувалось, така погода викликає негативні реакції в організмі людини, пов'язані з порушенням терморегуляції. Жарким вважається день, коли максимальна температура повітря $> 25^{\circ}\text{C}$.

В Україні влітку і навіть у перехідні сезони часто формуються умови для підвищення температури до таких значень. Висока температура може встановитись під час надходження сухого континентального повітря помірних широт або тропічного повітря з Нижнього Поволжжя і Середньої Азії. Істотне підвищення температури може відбутись і у малорухомих термічних депресіях, які виникають внаслідок інтенсивного нагрівання повітря, а також у відрогах і часткових антициклонах Азорського максимуму, які поширюються на територію нашої країни із заходу [13].

Жаркі дні на півночі, заході і сході країни очікуються щорічно з травня по вересень, але в окремі роки вони можуть спостерігатись у квітні та жовтні; на півдні – щорічно з квітня по жовтень (табл. 2.4). Найбільша повторюваність їх припадає на липень-серпень: у Семенівці – 9 жарких днів, Ужгороді – 10-13, Біловодську – 21-22, Ізмаїлі – 26-28 днів в середньому на місяць. Особливістю розподілу кількості жарких днів є збільшення їх у напрямі з півночі на південь та з заходу на схід. Це зумовлено

чинниками, які впливають на формування високих значень температури повітря – складовими теплового балансу, синоптичних процесів, підстильної поверхні тощо.

Таблиця 2.4 – Кількість жарких днів. 2011 – 2050 рр.

Кількість днів	Місяць							Сума, рік	Сума, літо
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
Семенівка									
Сума	8	41	101	352	344	82	48	976	797
Середнє	0,2	1,0	2,5	8,8	8,6	2,1	1,2	24,4	19,9
Ужгород									
Сума	14	54	157	534	396	138	103	1396	1087
Середнє	0,4	1,4	3,9	13,4	9,9	3,5	2,6	34,9	27,2
Ізмаїл									
Сума	45	195	620	1110	1049	496	54	3569	2779
Середнє	1,1	4,9	15,5	27,8	26,2	12,4	1,4	89,2	69,5
Біловодськ									
Сума	28	123	382	843	827	229	5	2437	2052
Середнє	0,7	3,1	9,6	21,1	20,7	5,7	0,1	60,9	51,3

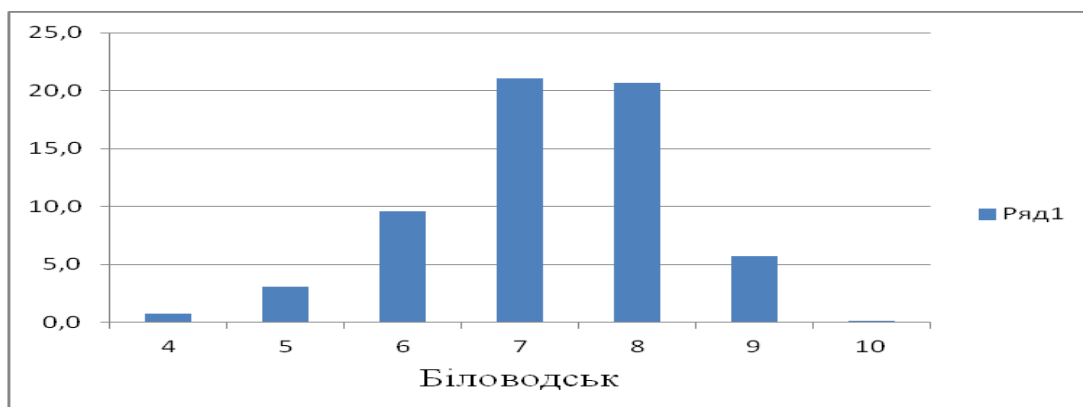
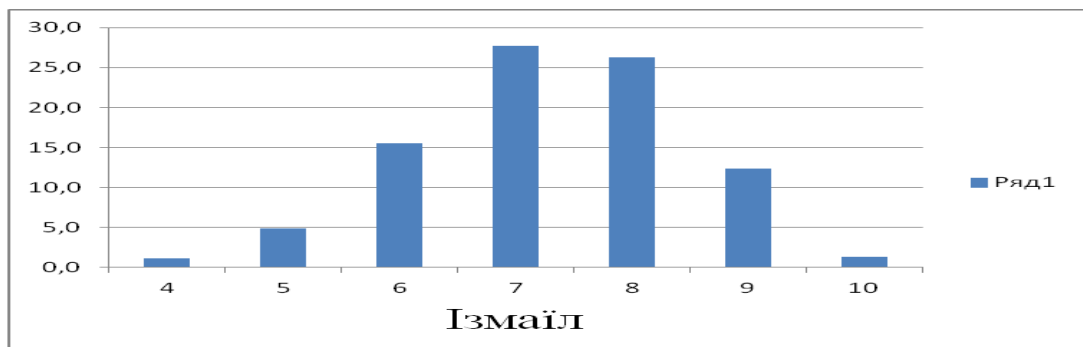
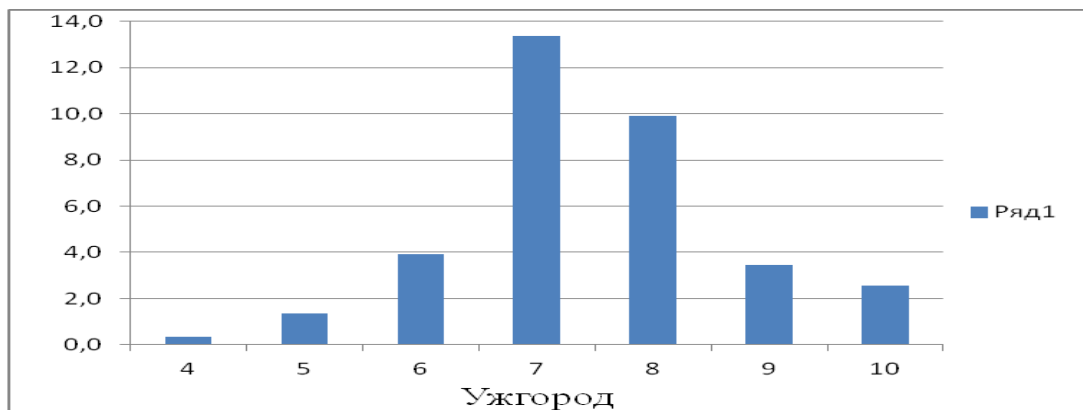
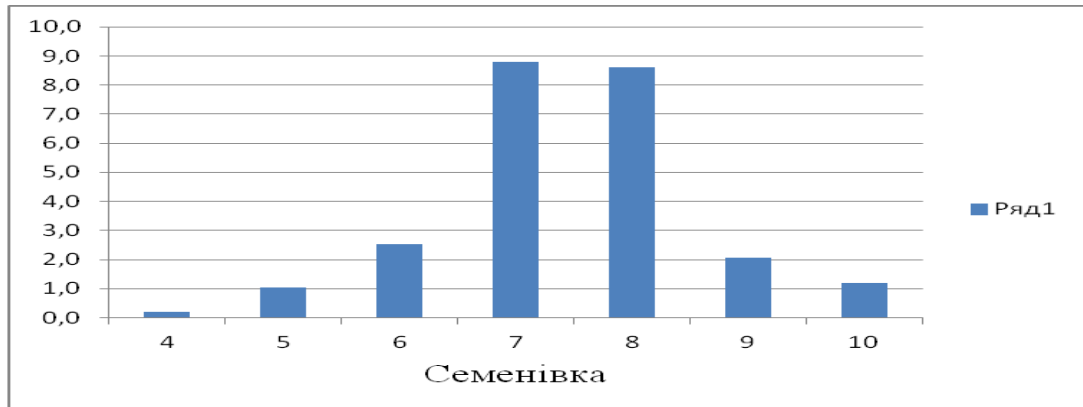
На рис. 2.10 для наочності наведено часову зміну кількості жарких днів протягом року на станціях, розташованих в різних регіонах країни.

Слід зазначити, що в окремі роки в Ізмаїлі та Біловодську кількість днів з максимальною температурою вище 25 °С у липні і серпні може спостерігатись навіть впродовж всього місяця, у Семенівці і Ужгороді – 25-27 днів.

На рис. 2.11 і 2.12 наведено часову зміну кількості таких днів у липні та їх річної кількості протягом досліджуваного періоду на деяких станціях, розташованих у різних регіонах країни.

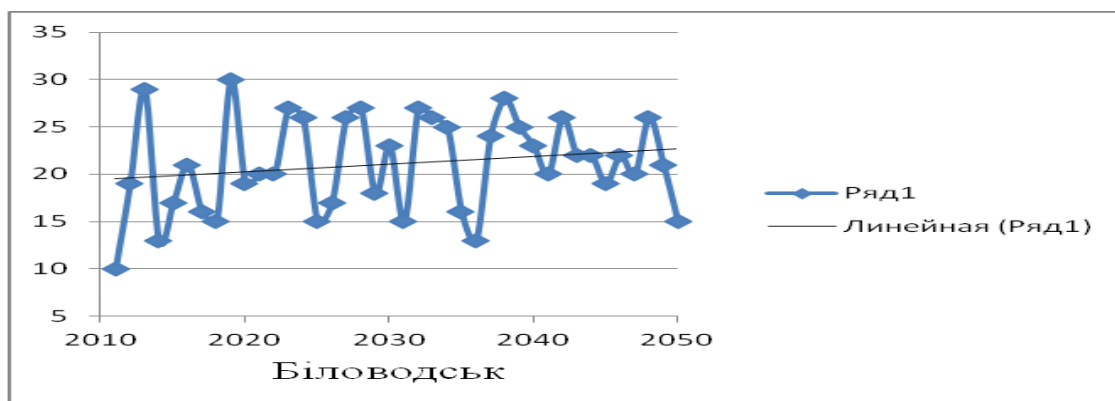
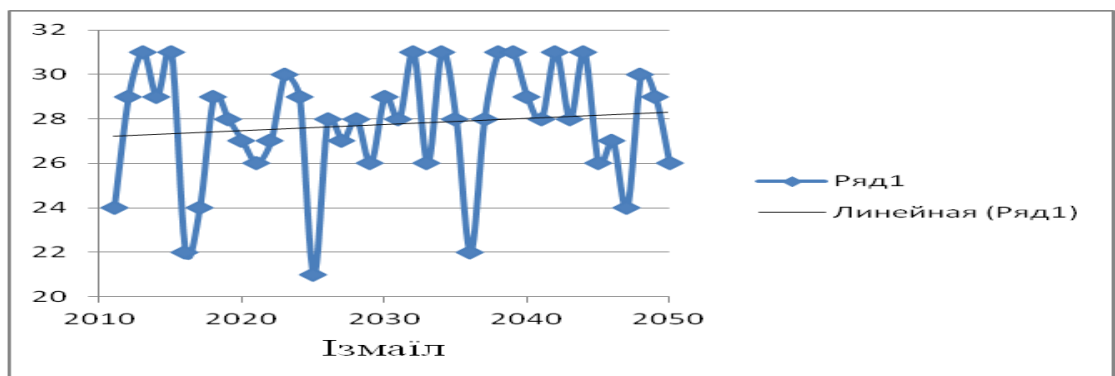
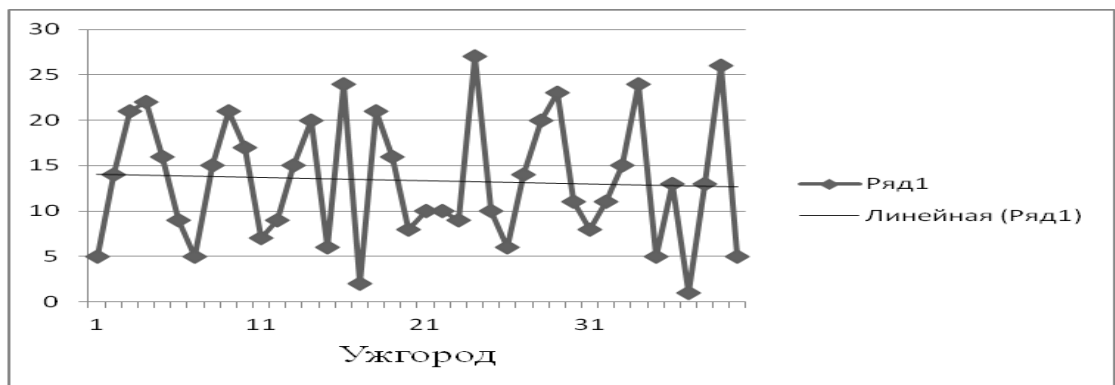
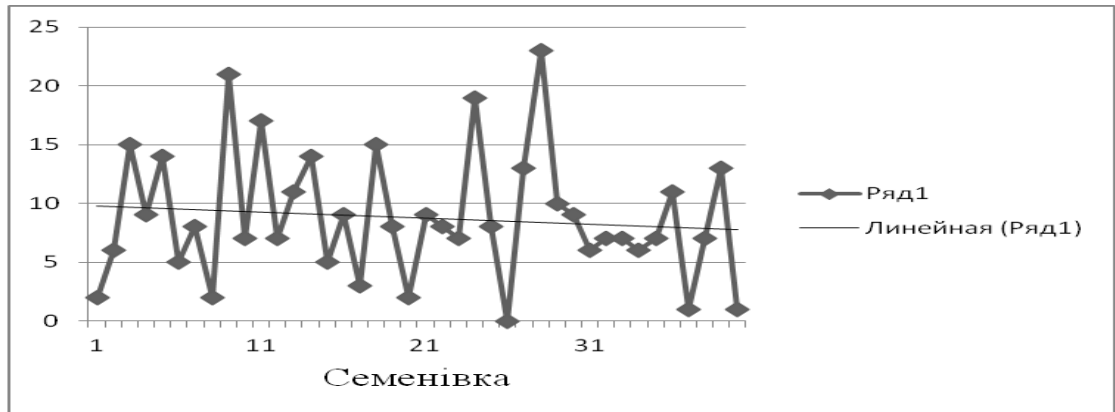
Визначений лінійний тренд в окремі місяці 40-річного періоду, який характеризує динаміку кількості жарких днів, показує збільшення у східній, центральній та південній Україні, а зниження – на півночі та заході країни.

Середній квадратичний відхил жарких днів за рік коливається в межах 11-15 днів. Кількість жарких днів протягом 40 років на всіх досліджуваних



по осі x – номери місяців; по осі y – кількість днів

Рис. 2.10. Середня кількість жарких днів

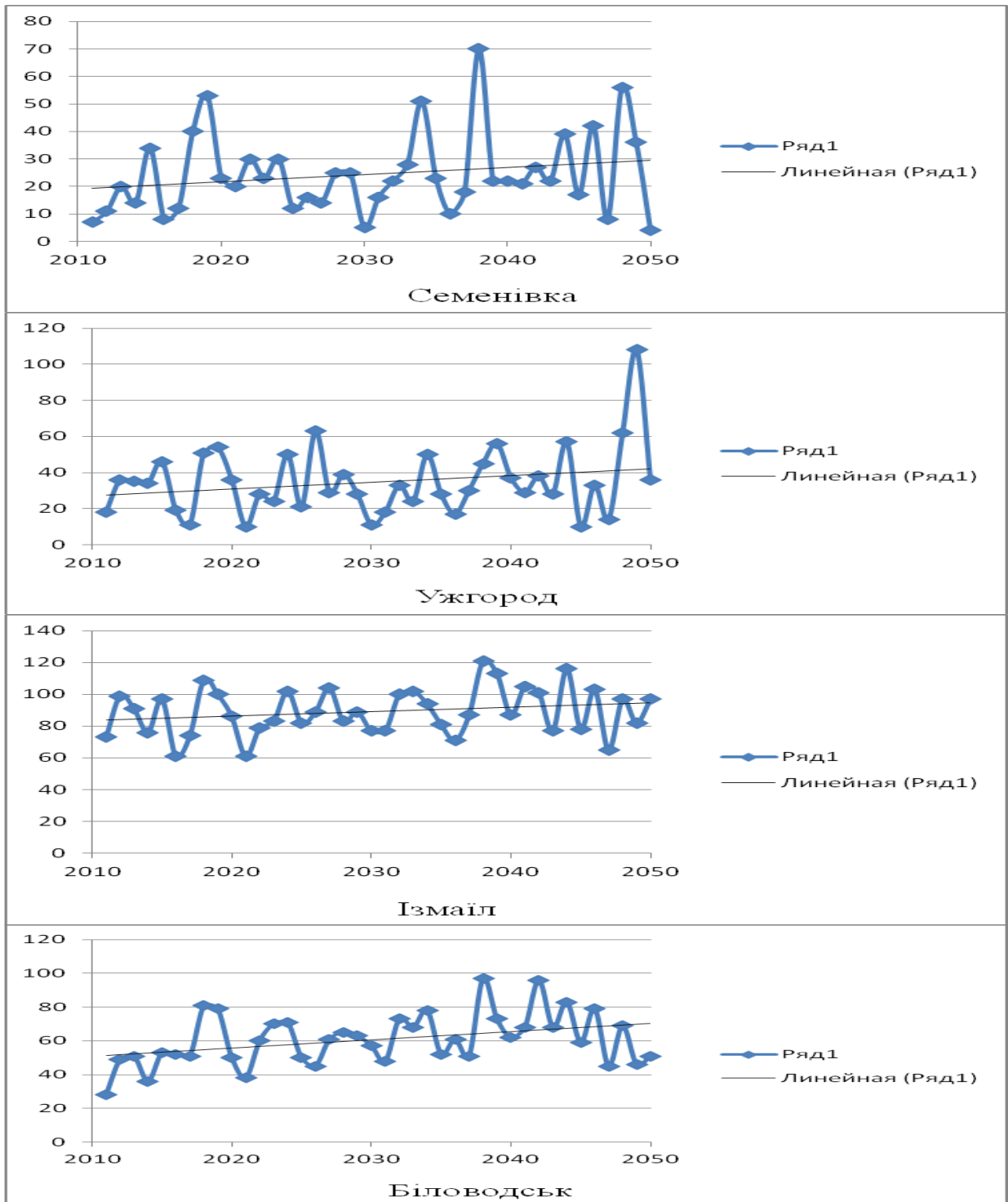


по осі x – роки з 2011 по 2050; по осі y – кількість днів

Рис. 2.11. Динаміка кількості жарких днів. Липень

станціях коливається у широкому діапазоні: 5-48 днів у Семенівці, 14-103 – Ужгороді, 45-54– Ізмаїлі, 5-28 днів – Біловодську.

Такі коливання кількості жарких днів з року в рік дозволяють простежити їх часову динаміку (рис. 2.12).



по осі x – роки з 2011 по 2050; по осі y – кількість днів

Рис. 2.12. Динаміка річної кількості жарких днів

Визначений лінійний тренд річної кількості жарких днів свідчить про їх зростання.

Зміни сучасного клімату, як зазначають А.А. Гирс, В.Ф. Мартазінова та інші автори, зумовлені зміною великомасштабної циркуляції атмосфери, а саме зміною положення центрів дії циркуляції атмосфери і нетиповим розподілом теплих повітряних мас у тропосфері, що є наслідком глобального потепління клімату.

Великомасштабні баричні утворення сприяють формуванню регіональних погодних умов. За В.Ф. Мартазіновою, в останнє десятиліття відбувається перебудова циркуляції атмосфери, яка зумовлена переміщенням центрів дії атмосфери на схід у межах 20 градусів довготи. Нова сучасна циркуляція змінює стійке положення центрів циркуляції, призводить їх до аномального стану, який впливає на зміни температури повітря, атмосферних опадів і зростанню стихійних метеорологічних явищ.

Далі нами досліджувався просторовий розподіл кількості жарких днів по території України з квітня по жовтень за період з 2011 по 2050 рр. на основі модельних рядів за сценарієм RCP 8.5 по двадцяти семи станціях країни.

У табл. 2.5 і 2.6 наведено кліматичні показники кількості днів з максимальною добовою температурою вище 25 °С по місяцях, за літній сезон і в цілому за рік. Аналіз табл. 2.5 показує, що жаркі дні майже на території країни будуть спостерігатись з квітня по жовтень. Найбільша кількість їх зазвичай у липні та серпні. Абсолютний максимум сумарної тривалості періодів з максимальною температурою вище 25 °С очікується у липні на ст. Клепініне і становитиме 1124 днів, за літній сезон – також на цій станції (2797 днів), а за весь рік – на ст. Ізмаїл (3569 днів); абсолютний мінімум і за сезон, і за рік – у Передкарпатті (ст. Коломия, відповідно 779 і 938 днів).

Мінливість (середній квадратичний відхил) кількості жарких днів за окремі місяці становить 1-7 днів. На основі цього показника можна судити про розсіювання окремих членів ряду відносно середнього, тобто наскільки типовим для даної сукупності членів досліджуваного ряду є середнє.

З табл. 2.5 видно, що коефіцієнт асиметрії A_s , який характеризує міру скошеності кривої розподілу, може приймати як додатні значення, так і від'ємні, бути малим ($\leq 0,25$), помірним ($0,25 < A_s \leq 0,50$) і великим ($> 0,50$). Додатні A_s свідчать про те, що середні значення переважають по своїй величині над модальними (правостороння скошеність кривої розподілу), від'ємні A_s – вказують на протилежне співвідношення між середнім і модальним значеннями (лівостороння скошеність кривої розподілу). Цікаво, що у липні-серпні, зазвичай, очікуються найменші A_s , причому на заході, півночі і центральних районах країни переважають їх додатні значення, а на півдні і сході – від'ємні.

Коефіцієнт ексцесу E , який характеризує крутість розподілу (міру витягнутості кривої розподілу відносно нормального розподілу), буде

Таблиця 2.5 – Кліматичні показники кількості жарких днів. 2011- 2050 рр.

Кількість днів	Місяць							Сума, рік	Сума, літо
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
Семенівка									
Сума	8	41	101	352	344	82	48	976	797
Середнє	0,2	1,0	2,5	8,8	8,6	2,1	1,2	24,4	19,9
Сер.кв.відхил	0,6	1,6	3,5	5,4	6,0	3,1	5,2	-	-
Коеф. асиметрії	3,65	1,88	2,30	0,72	1,05	1,60	4,59	-	-
Коеф. ексцесу	15,56	3,32	6,73	0,37	0,49	1,63	21,13	-	-
Глухів									
Сума	7	42	96	382	383	89	2	1001	861
Середнє	0,2	1,1	2,4	9,6	9,6	2,2	0,1	25,0	21,5
Сер.кв.відхил	0,5	1,4	3,1	5,7	6,8	3,2	0,3	-	-
Коеф. асиметрії	4,00	1,56	1,47	0,70	0,86	1,48	6,32	-	-
Коеф. ексцесу	18,27	2,55	1,42	0,13	0,07	1,20	40,00	-	-
Ковель									
Сума	21	63	121	405	287	109	2	1008	813
Середнє	0,5	1,6	3,0	10,1	7,2	2,7	0,1	25,2	20,3
Сер.кв.відхил	1,6	1,8	2,9	5,9	4,2	3,4	0,2	-	-
Коеф. асиметрії	4,35	1,07	1,85	0,12	0,21	1,43	4,29	-	-
Коеф. ексцесу	21,08	0,54	5,82	-0,71	-0,75	1,67	17,29	-	-
Коростень									
Сума	11	63	139	425	351	101	1	1091	915
Середнє	0,3	1,6	3,5	10,6	8,8	2,5	0,0	27,3	22,9
Сер.кв.відхил	0,9	1,8	3,4	6,9	5,6	3,5	0,2	-	-
Асиметрія	4,46	1,24	1,45	0,52	0,77	1,71	6,32	-	-
Ексцес	22,50	0,94	2,32	-0,44	-0,29	3,09	40,00	-	-
Ніжин									
Сума	13	72	165	493	456	131	4	1334	1114
Середнє	0,3	1,8	4,1	12,3	11,4	3,3	0,1	33,4	27,9
Сер.кв.відхил	1,1	2,2	4,0	6,1	6,1	3,6	0,4	-	-
Коеф. асиметрії	5,42	1,78	1,39	0,24	0,57	1,49	4,11	-	-
Коеф. ексцесу	31,81	3,72	2,12	-0,29	-0,20	2,17	17,57	-	-
Рівне									
Сума	26	67	134	423	306	110	2	1068	863
Середнє	0,7	1,7	3,4	10,6	7,7	2,8	0,1	26,7	21,6
Сер.кв.відхил	1,9	1,8	3,3	6,4	4,5	3,3	0,2	-	-
Асиметрія	4,64	0,56	1,51	0,33	0,34	1,34	4,29	-	-
Ексцес	24,71	-1,18	3,02	-0,57	-0,65	1,41	17,29	-	-
Фастів									
Сума	10	60	155	496	436	125	3	1285	1087
Середнє	0,3	1,5	3,9	12,4	10,9	3,1	0,1	32,1	27,2

Продовження таблиці 2.4									
Сер.кв.відхил	0,8	1,8	3,6	6,8	6,2	3,6	0,3	-	-
Коеф. асиметрії	3,79	1,43	1,30	0,30	0,61	1,09	4,98	-	-
Коеф. ексцесу	14,67	1,80	2,22	-0,63	-0,43	0,52	25,61	-	-
Стрий									
Сума	17	57	113	408	357	106	2	1060	878
Середнє	0,4	1,4	2,8	10,2	8,9	2,7	0,1	26,5	22,0
Сер.кв.відхил	1,3	1,8	3,3	6,4	4,9	3,6	0,2	-	-
Коеф. асиметрії	4,16	1,23	2,14	0,33	0,51	1,73	4,29	-	-
Коеф. ексцесу	19,72	1,13	6,01	-0,69	-0,74	2,84	17,29	-	-
Тернопіль									
Сума	15	50	102	392	327	98	1	985	821
Середнє	0,4	1,3	2,6	9,8	8,2	2,5	0,0	24,6	20,5
Сер.кв.відхил	1,0	1,6	2,8	6,3	4,7	3,2	0,2	-	-
Коеф. асиметрії	3,31	1,08	2,11	0,35	0,51	1,53	6,32	-	-
Коеф. ексцесу	12,02	0,01	6,49	-0,55	-0,59	1,81	40,00	-	-
Хмельницький									
Сума	14	58	127	433	373	101	1	1107	933
Середнє	0,4	1,5	3,2	10,8	9,3	2,5	0,0	27,7	23,3
Сер.кв.відх.	1,0	1,8	3,5	6,7	5,5	3,5	0,2	-	-
Коеф. асиметрії	3,42	1,23	1,69	0,29	0,69	1,74	6,32	-	-
Коеф. ексцесу	12,60	0,43	3,76	-0,65	-0,22	3,03	40,00	-	-
Черкаси									
Сума	19	91	273	659	622	188	7	1859	1554
Середнє	0,5	2,3	6,8	16,5	15,6	4,7	0,2	46,5	38,9
Сер.кв.відхил	1,2	2,3	4,7	6,2	6,1	4,0	0,6	-	-
Коеф. асиметрії	3,49	0,79	0,62	0,04	0,10	0,92	3,80	-	-
Коеф. ексцесу	13,85	0,40	-0,43	-0,65	-0,29	0,57	14,91	-	-
Веселий Поділ									
Сума	20	96	262	668	645	196	6	1893	1575
Середнє	0,5	2,4	6,6	16,7	16,1	4,9	0,2	47,3	39,4
Сер.кв.відхил	1,3	2,4	4,8	6,1	6,1	3,8	0,6	-	-
Коеф. асиметрії	3,62	0,53	0,70	0,09	-0,00	0,88	4,16	-	-
Коеф. ексцесу	15,21	-1,08	-0,30	-0,79	-0,62	1,12	17,49	-	-
Вінниця									
Сума	10	47	136	503	429	126	2	1253	1068
Середнє	0,3	1,2	3,4	12,6	10,7	3,2	0,1	31,3	26,7
Сер.кв.відхил	0,8	1,6	3,9	6,9	6,0	3,8	0,3	-	-
Коеф. асиметрії	3,79	1,80	1,83	0,29	0,67	1,08	6,32	-	-
Коеф. ексцесу	14,67	3,99	3,74	-0,60	-0,27	0,34	40,00	-	-
Ужгород									
Сума	14	54	157	534	396	138	103	1396	1087
Середнє	0,4	1,4	3,9	13,4	9,9	3,5	2,6	34,9	27,2

Продовження таблиці 2.4									
Сер.кв.відхил	1,0	1,9	3,6	7,0	4,3	4,2	10,0	-	-
Коеф. асиметрії	3,42	1,75	1,36	0,25	-0,21	1,46	4,31	-	-
Коеф. ексцесу	12,60	2,89	2,80	-0,94	-0,24	1,76	19,38	-	-
Коломия									
Сума	18	43	107	374	298	97	1	938	779
Середнє	0,5	1,1	2,7	9,4	7,5	2,4	0,0	23,5	19,5
Сер.кв.відхил	1,3	1,3	2,8	6,1	4,7	3,1	0,2	-	-
Коеф. асиметрії	4,09	0,98	1,52	0,40	0,82	1,85	6,32	-	-
Коеф. ексцесу	19,27	-0,36	3,55	-0,62	0,38	3,24	40,00	-	-
Чернівці									
Сума	29	69	178	498	426	140	8	1348	1102
Середнє	0,7	1,7	4,5	12,5	10,7	3,5	0,2	33,7	27,6
Сер.кв.відхил	1,8	1,9	4,2	6,6	5,5	4,0	0,5	-	-
Коеф. асиметрії	4,04	1,17	1,48	0,11	0,26	1,42	2,63	-	-
Коеф. ексцесу	19,68	0,84	2,69	-0,76	-0,89	1,65	6,30	-	-
Кіровоград									
Сума	21	84	331	805	760	242	6	2249	1896
Середнє	0,5	2,1	8,3	20,1	19,0	6,1	0,2	56,2	47,4
Сер.кв.відхил	1,2	2,2	5,8	5,7	5,9	4,1	0,6	-	-
Коеф. асиметрії	2,80	0,80	0,69	-0,00	-0,32	0,41	4,16	-	-
Коеф. ексцесу	7,90	-0,43	-0,30	-0,38	-0,11	-0,48	17,49	-	-
Вознесенськ									
Сума	21	92	396	924	862	327	13	2635	2182
Середнє	0,5	2,3	9,9	23,1	21,6	8,2	0,3	65,9	54,6
Сер.кв.відхил	1,3	2,3	6,2	5,1	5,7	5,2	0,8	-	-
Коеф. асиметрії	3,18	0,52	0,28	-0,39	-0,67	0,37	2,44	-	-
Коеф. ексцесу	10,51	-1,11	-0,88	-0,39	0,03	-0,64	4,79	-	-
Пришиб									
Сума	28	131	470	989	944	351	14	2927	2403
Середнє	0,7	3,3	11,8	24,7	23,6	8,8	0,4	73,2	60,1
Сер.кв.відхил	1,7	3,2	6,6	4,7	4,6	5,0	1,0	-	-
Коеф. асиметрії	3,63	0,61	0,58	-0,76	-1,26	0,12	3,42	-	-
Коеф. ексцесу	15,41	-0,73	-0,56	0,35	2,25	-0,86	12,03	-	-
Красноармійськ									
Сума	25	144	519	1056	1018	353	10	3125	2593
Середнє	0,6	3,6	13,0	26,4	25,5	8,8	0,3	78,1	64,8
Сер.кв.відхил	1,5	3,5	6,3	3,5	4,3	5,2	0,7	-	-
Коеф. асиметрії	3,66	1,29	0,51	-0,69	-1,62	0,05	4,18	-	-
Коеф. ексцесу	14,95	2,53	-1,01	0,14	3,34	-0,88	20,66	-	-
Одеса									
Сума	14	41	364	995	920	289	5	2628	2279
Середнє	0,4	1,0	9,1	24,9	23,0	7,2	0,1	65,7	57,0

Продовження таблиці 2.4									
Сер.кв.відхил	1,0	1,5	5,9	4,3	5,3	4,9	0,4	-	-
Асиметрія	3,42	1,85	0,50	-0,52	-1,13	0,53	3,48	-	-
Ексцес	12,60	3,13	-0,78	-0,17	2,19	-0,38	12,57	-	-
Нова Каховка									
Сума	31	139	557	1051	987	397	17	3179	2595
Середнє	0,8	3,5	13,9	26,3	24,7	9,9	0,4	79,5	64,9
Сер.кв.відхил	1,7	3,3	6,6	3,8	5,0	5,2	1,1	-	-
Коеф. асиметрії	3,50	0,57	0,16	-0,70	-1,31	0,43	3,72	-	-
Коеф. ексцесу	14,95	-1,00	-1,00	0,13	2,67	-0,35	16,53	-	-
Ізмаїл									
Сума	45	195	620	1110	1049	496	54	3569	2779
Середнє	1,1	4,9	15,5	27,8	26,2	12,4	1,4	89,2	69,5
Сер.кв.відхил	1,8	3,7	5,5	2,7	4,2	5,6	1,8	-	-
Коеф. асиметрії	2,11	0,66	0,25	-0,80	-1,24	0,23	1,13	-	-
Коеф. ексцесу	4,68	-0,36	-0,91	0,22	1,71	-0,41	0,16	-	-
Клепиніне									
Сума	30	133	620	1124	1053	398	42	3400	2797
Середнє	0,8	3,3	15,5	28,1	26,3	10,0	1,1	85,0	69,9
Сер.кв.відхил	1,4	3,5	6,3	2,9	4,1	4,6	1,6	-	-
Коеф. асиметрії	2,64	1,19	-0,10	-1,42	-1,35	0,30	1,83	-	-
Коеф. ексцесу	8,59	0,80	-0,96	2,56	2,45	-0,01	3,17	-	-
Харків									
Сума	21	92	297	760	739	211	7	2127	1796
Середнє	0,5	2,3	7,4	19,0	18,5	5,3	0,2	53,2	44,9
Сер.кв.відхил	1,4	2,8	5,4	5,7	5,5	4,0	0,6	-	-
Коеф. асиметрії	4,06	1,37	0,58	0,11	-0,37	0,44	3,80	-	-
Коеф. ексцесу	19,38	2,24	-0,78	-0,83	0,51	-0,72	14,91	-	-
Біловодськ									
Сума	28	123	382	843	827	229	5	2437	2052
Середнє	0,7	3,1	9,6	21,1	20,7	5,7	0,1	60,9	51,3
Сер.кв.відхил	1,7	3,3	5,7	5,0	5,5	4,5	0,5	-	-
Коеф. асиметрії	3,70	1,87	0,87	-0,18	-0,40	0,36	4,92	-	-
Коеф. ексцесу	15,82	5,19	-0,19	-0,83	-0,31	-1,06	26,13	-	-
Кайдаки									
Сума	31	148	430	880	839	287	10	2625	2149
Середнє	0,8	3,7	10,8	22,0	21,0	7,2	0,3	65,6	53,7
Сер.кв.відхил	1,6	3,3	5,7	5,4	5,4	4,6	0,8	-	-
Коеф. асиметрії	2,87	0,40	0,48	-0,12	-0,55	0,24	3,79	-	-
Коеф. ексцесу	9,65	-1,03	-0,53	-0,68	0,55	0,55	14,67	-	-

Таблиця 2.6– Повторюваність (%) жарких днів. 2011 – 2050 рр.

№ п/п	Назва станції	Місяць						
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	Семенівка	0,7	3,3	8,4	28,4	27,7	6,8	3,9
6	Глухів	0,6	3,4	8,0	30,8	30,9	7,4	0,2
7	Ковель	1,8	5,1	10,1	32,7	23,1	9,1	0,2
11	Коростень	0,9	5,1	11,6	34,3	28,3	8,4	0,1
12	Нежин	1,1	5,8	13,8	39,8	36,8	10,9	0,3
19	Рівне	2,2	5,4	11,2	34,1	24,7	9,2	0,2
23	Фастів	0,8	4,8	12,9	40,0	35,2	10,4	0,2
27	Стрий	1,4	4,6	9,4	32,9	28,8	8,8	0,2
29	Тернопіль	1,3	4,0	8,5	31,6	26,4	8,2	0,1
30	Хмельницький	1,2	4,7	10,6	34,9	30,1	8,4	0,1
34	Черкаси	1,6	7,3	22,8	53,1	50,2	15,7	0,6
35	Веселий Поділ	1,7	7,7	21,8	53,9	52,0	16,3	0,5
40	Вінниця	0,8	3,8	11,3	40,6	34,6	10,5	0,2
45	Ужгород	1,2	4,4	13,1	43,1	31,9	11,5	8,3
47	Коломия	1,5	3,5	8,9	30,2	24,0	8,1	0,1
49	Чернівці	2,4	5,6	14,8	40,2	34,4	11,7	0,6
52	Бобринець	1,8	6,8	27,6	64,9	61,3	20,2	0,5
55	Вознесенськ	1,8	7,4	33,0	74,5	69,5	27,3	1,0
57	Пришиб	2,3	10,6	39,2	79,8	76,1	29,3	1,1
63	Красноармійськ	2,1	11,6	43,3	85,2	82,1	29,4	0,8
64	Одеса	1,2	3,3	30,3	80,2	74,2	24,1	0,4
66	Нова Каховка	2,6	11,2	46,4	84,8	79,6	33,1	1,4
67	Ізмаїл	3,8	15,7	51,7	89,5	84,6	41,3	4,4
72	Клепиніне	2,5	10,7	51,7	90,6	84,9	33,2	3,4
73	Харків	1,8	7,4	24,8	61,3	59,6	17,6	0,6
79	Біловодськ	2,3	9,9	31,8	68,0	66,7	19,1	0,4
80	Кайдаки	2,6	11,9	35,8	71,0	67,7	23,9	0,8

коливатись в широких межах. Найменшим він буде у літні місяці, причому, як правило, матиме від'ємні значення, тобто криві розподілу кількості жарких днів будуть більш пологими відносно нормального закону розподілу, але можливі і додатні значення E . У жовтні і квітні додатний коефіцієнт ексцесу може досягати 40, але саме в ці місяці, зрозуміло, кількість жарких днів зовсім мала.

Результати розрахунків, представлені в табл. 2,6 свідчать про те, що максимальна за добу температура повітря ≥ 25 °C буде спостерігатись кожного року з травня по вересень на всіх досліджуваних станціях, у травні – на 81% від цих станцій, а у жовтні – лише на 26%.

Найчастіше жаркі дні можливі у липні на станціях Клепиніне (91%) та Ізмаїл (90%) днів від загальної тривалості місяця); на станція Одеса, Нова Каховка та Красноармійськ – більше 80% (табл. 2.6). В окремі роки, зрозуміло, повторюваність може досягати і 100%, як на цих станціях, так і на інших. Рідко (з повторюваністю приблизно 23%) таке явище очікується у серпні на північному заході країни (ст. Ковель).

На рис. 2.13-2.15 представлено просторовий розподіл середньої кількості жарких днів за липень, літо та рік, з яких видно, що характер розподілу ізоліній схожий. Середня кількість жарких днів за липень, літо, рік зростає з північно-західної частини країни на південно-східну.

На півдні та степовій частині Криму середня кількість днів з максимальною добовою температурою вище 25 °С за рік становить відповідно 89,2 (Ізмаїл) і 85,0 (Клепиніне) дні. На захід і північ їх кількість зменшується до 23,5 дні у Передкарпатті (ст. Коломия).

Абсолютний максимум кількості таких днів за літо становить 69,9 днів (Клепиніне), абсолютний мінімум – 19,5 днів (Коломия).

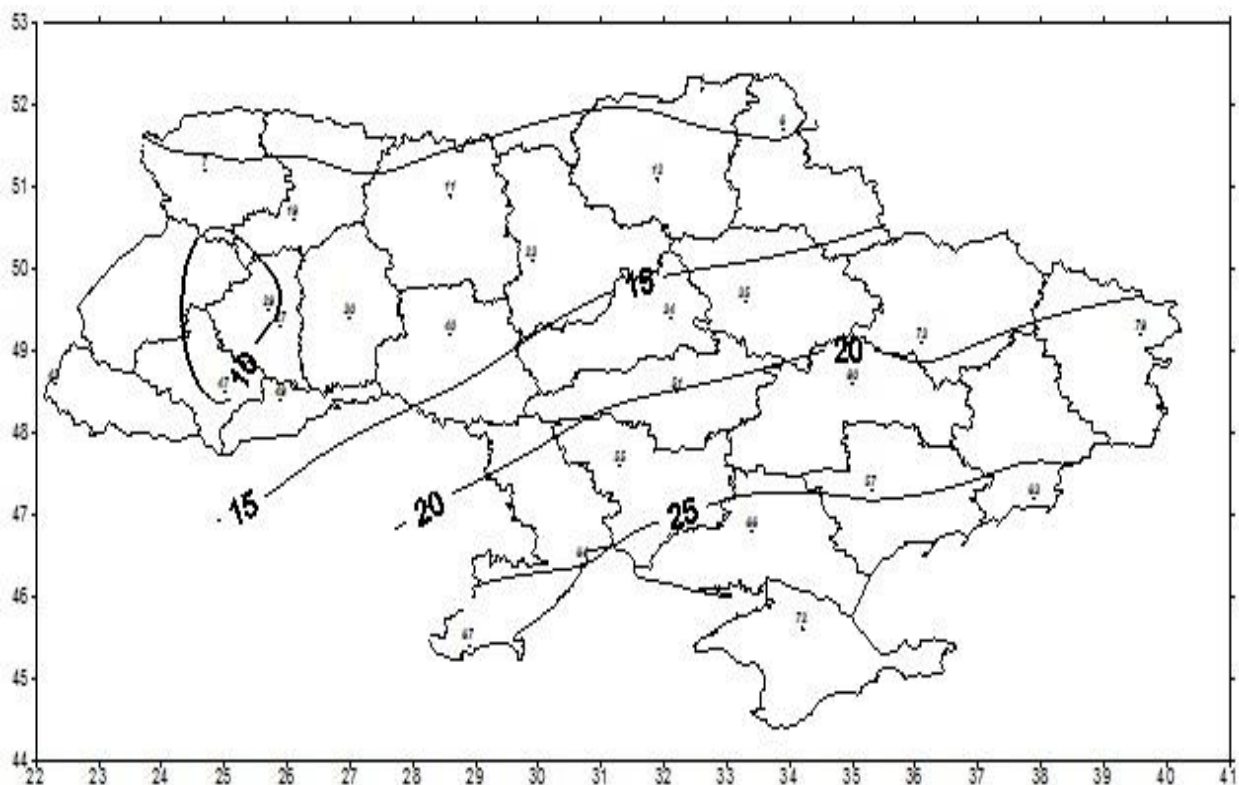


Рис. 2.13. Просторовий розподіл середньої кількості жарких днів.
Липень

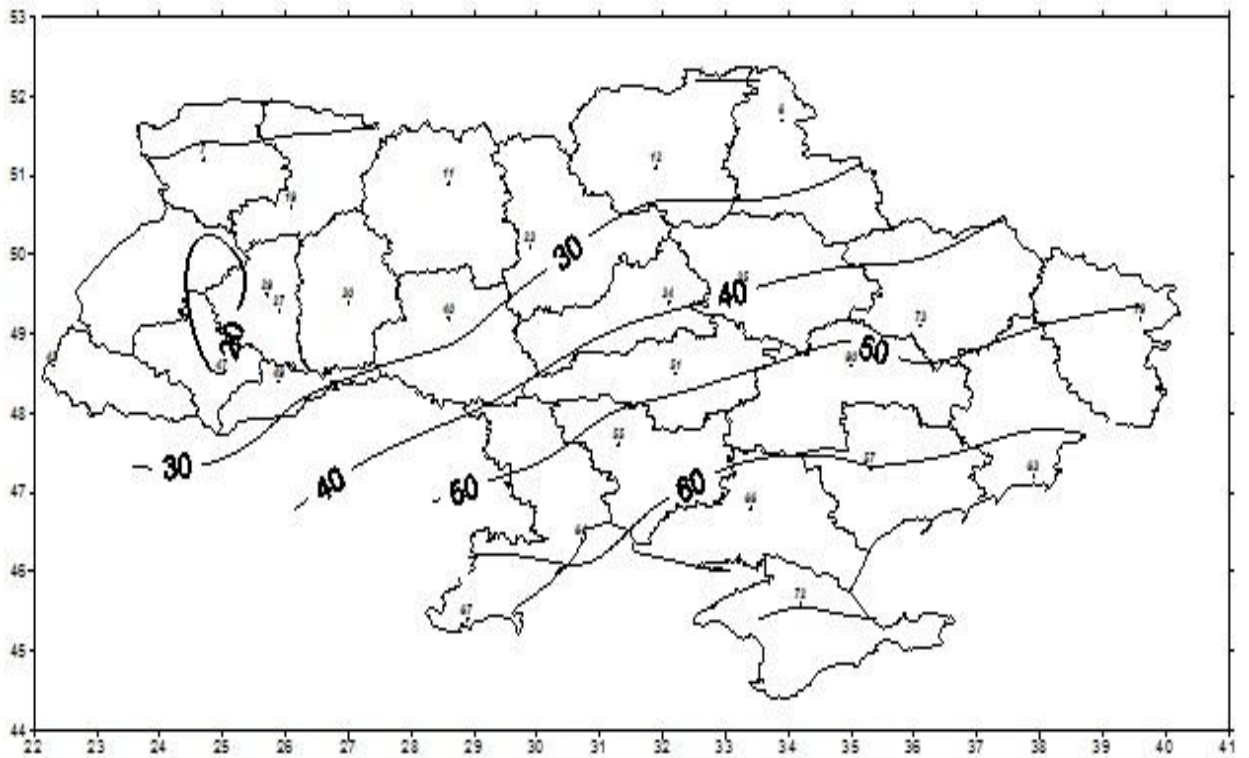


Рис. 2.14. Просторовий розподіл середньої кількості жарких днів. Літо

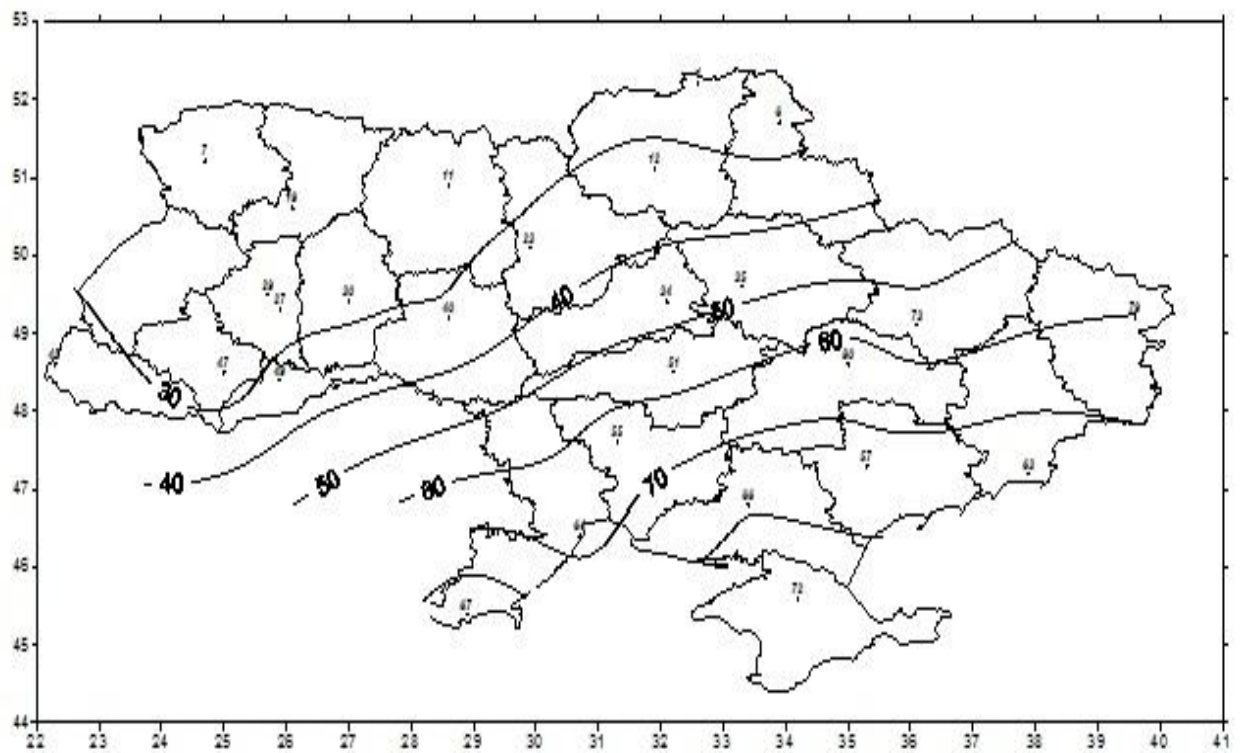


Рис. 2.15. Просторовий розподіл середньої за рік кількості жарких днів

Просторово-часовий розподіл кількості жарких днів зумовлюється радіаційними умовами, циркуляцією атмосфери і характером підстильної поверхні, які визначаються широтою місцевості, ступенем континентальності і макрорельєфом, а також місцевими фізико-географічними умовами.

2.2.3 Часові зміни і просторовий розподіл кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С

Багато дослідників вважають, що саме середня добова температура є мірою температурного стресу і розглядають її як фактор ризику для здоров'я людини. Виходячи з того, що середню добову температуру повітря 25 °С можна вважати пороговою для збільшення смертності у помірних широтах, нами досліджено деякі статистичні показники розподілу кількості днів з середньою добовою температурою > 25°С та динаміку їх у різних районах країни (табл. 2.7).

Таблиця 2.7 – Кліматичні показники кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С

Місяць	Показник			
	\bar{x}	σ	A	E
Семенівка				
Червень	-	-	-	-
Липень	0,7	1,7	3,03	9,22
Серпень	0,9	1,9	2,89	8,86
Глухів				
Червень	-	-	-	-
Липень	0,9	2,1	2,74	6,85
Серпень	0,9	2,0	3,06	9,29
Ковель				
Червень	-	-	-	-
Липень	0,8	1,7	2,21	3,58
Серпень	0,7	1,6	3,78	17,22
Коростень				
Червень	-	-	-	-
Липень	1,1	2,3	2,58	6,96
Серпень	0,9	2,2	4,31	21,99
Ніжин				
Червень	-	-	-	-

Продовження таблиці 2.7				
Липень	1,6	2,6	2,24	5,07
Серпень	1,4	2,6	2,56	7,13
Рівне				
Червень	-	-	-	-
Липень	0,7	1,6	2,50	5,60
Серпень	0,6	2,0	5,26	30,27
Фастів				
Червень	-	-	-	-
Липень	1,4	2,9	2,91	8,77
Серпень	1,2	2,7	3,34	13,00
Стрий				
Червень	-	-	0	-
Липень	0,6	1,3	2,96	9,48
Серпень	0,6	1,8	4,84	26,51
Тернопіль				
Червень	-	-	-	-
Липень	0,4	1,1	3,13	10,11
Серпень	0,5	1,7	4,95	27,26
Хмельницький				
Червень	-	-	-	-
Липень	0,7	1,7	3,54	15,09
Серпень	0,7	2,0	4,98	27,96
Черкаси				
Червень	0,1	0,5	4,92	26,13
Липень	3,1	4,1	1,84	3,63
Серпень	3,2	4,1	1,55	1,57
Веселий Поділ				
Червень	0,1	0,4	4,11	17,57
Липень	2,7	3,7	1,71	2,74
Серпень	2,7	3,8	1,72	2,16
Вінниця				
Червень	0,1	0,2	4,29	17,29
Липень	1,0	2,1	2,71	8,62
Серпень	1,1	2,3	3,14	11,93
Ужгород				
Червень	-	0,2	6,32	40,0
Липень	1,2	2,3	2,31	4,47
Серпень	0,6	1,6	4,38	22,25
Коломия				
Червень	-	-	-	-
Липень	0,2	0,4	3,01	9,23
Серпень	0,3	1,3	5,50	32,25
Чернівці				
Червень	0,1	0,2	4,29	17,29
Липень	0,6	1,6	4,26	21,11
Серпень	0,7	1,8	4,06	19,77

Продовження таблиці 2.7				
Кіровоград				
Червень	0,2	0,5	4,42	21,70
Липень	3,4	4,1	1,68	3,09
Серпень	3,2	4,0	1,59	1,91
Вознесенськ				
Червень	0,3	0,8	3,17	11,54
Липень	6,1	5,5	1,18	1,14
Серпень	5,4	4,5	1,18	0,84
Пришиб				
Червень	0,6	1,2	2,76	8,92
Липень	7,2	5,6	0,81	0,38
Серпень	6,6	5,0	1,08	0,96
Червоноармійське				
Червень	1,3	2,4	2,78	9,86
Липень	9,3	5,7	0,47	-0,21
Серпень	8,2	5,0	0,62	0,03
Одеса				
Червень	0,5	1,1	2,49	6,49
Липень	7,3	5,7	0,67	-0,56
Серпень	5,3	4,9	1,25	1,36
Нова Каховка				
Червень	0,8	1,5	1,74	1,67
Липень	9,3	6,0	0,47	-0,51
Серпень	8,0	5,4	0,95	1,13
Ізмаїл				
Червень	1,1	1,8	2,08	4,75
Липень	8,3	6,6	0,86	-0,12
Серпень	6,9	4,6	0,60	0,28
Клепиніне				
Червень	0,8	1,6	2,50	6,36
Липень	8,4	5,8	0,77	-0,06
Серпень	7,4	5,0	0,83	0,77
Харків				
Червень	0,2	0,6	3,35	10,78
Липень	3,5	4,0	1,37	1,34
Серпень	3,7	4,5	1,65	1,80
Біловодськ				
Червень	0,8	1,7	2,60	6,39
Липень	5,2	4,6	1,07	0,85
Серпень	4,7	4,4	1,27	1,16
Дніпропетровськ-Кайдаки				
Червень	0,4	1,0	3,59	14,12
Липень	5,4	5,1	0,96	0,14
Серпень	4,9	4,7	1,54	1,75

Дні, коли середня добова температура перевищує 25 °С, очікуються на території країни в літні місяці, в основному у липні та серпні. Причому, на півночі і заході у перший місяць літа вони взагалі відсутні або можливі 1-2 рази за сорок років. Навіть у липні і серпні такі температури не будуть фіксуватись щорічно. Середній квадратичний відхил кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С перебільшує середнє значення їх у 2 рази. Асиметрія і ексцес, які характеризують міру скошеності та гостровершинності кривої розподілу відповідно, дуже великі по своїй величині. Коефіцієнт асиметрії на всіх станціях перевищує 0,50 і є додатним (крива розподілу має правосторонній скіс). Коефіцієнт ексцесу також має переважно додатні значення (крива розподілу є більш гостровершинною порівняно з кривою нормального розподілу) за винятком півдні країни у липні (тут від'ємні значення його, тобто крива розподілу є менш гостровершинною порівняно з кривою нормального розподілу).

Взагалі дні з середньою добовою температурою повітря вище 25 °С будуть спостерігатись з травня по вересень. У табл. 2.8 наведено деякі характеристики повторюваності лише для літніх місяців. Найчастіше ця температура перевищуватиме зазначену позначку, як вже зазначалось, у липні і серпні. Так на ст. Красноармійськ і Новій Каховці це відбуватиметься максимально часто (відповідно 30,0 і 29,9% від всіх днів липня), і зовсім рідко на заході країни (0,6-1,9%).

Загальна кількість таких днів за досліджуваний період коливатиметься у широких межах: від 8-18 днів (ст. Коломия, Тернопіль) до 372 і 371 днів (ст. Красноармійськ і Одеса відповідно).

Таблиця 2.8 – Повторюваність днів з середньою добовою температурою >25°С

№ ст	Назва станції	Червень			Липень			Серпень		
		к.в. (сума)	к.в. (середнє)	%	к.в. (сума)	к.в. (середнє)	%	к.в. (сума)	к.в. (середнє)	%
1	Семенівка	0	0	0	28	0,7	2,3	35	0,9	2,8
6	Глухів	0	0	0	34	0,9	2,7	35	0,9	2,8
7	Ковель	0	0	0	33	0,8	2,7	28	0,7	2,3
11	Коростень	0	0	0	44	1,1	3,5	34	0,9	2,7
12	Ніжин	0	0	0	62	1,6	5,0	54	1,4	4,4
19	Рівне	0	0	0	28	0,7	2,3	24	0,6	1,9
23	Фастів	0	0	0	56	1,4	4,5	46	1,2	3,7

Продовження таблиці 2.8										
23	Фастів	0	0	0	56	1,4	4,5	46	1,2	3,7
27	Стрий	0	0	0	24	0,6	1,9	22	0,6	1,8
29	Тернопіль	0	0	0	16	0,4	1,3	18	0,5	1,5
30	Хмельницький	0	0	0	28	0,7	2,3	27	0,7	2,2
34	Черкаси	4	0,1	0,3	124	3,1	10,0	126	3,2	10,2
35	Веселий Поділ	4	0,1	0,3	106	2,7	8,5	108	2,7	8,7
40	Вінниця	4	0,1	0,3	40	1,0	3,2	42	1,1	3,4
45	Ужгород	0	0	0,0	46	1,2	3,7	24	0,6	1,9
47	Коломия	0	0	0,0	8	0,2	0,6	10	0,3	0,8
49	Чернівці	4	0,1	0,3	22	0,6	1,8	28	0,7	2,3
52	Бобринець	8	0,2	0,7	135	3,4	10,9	128	3,2	10,3
55	Вознесенськ	11	0,3	0,9	244	6,1	19,7	215	5,4	17,3
57	Пришиб	23	0,6	1,9	288	7,2	23,2	263	6,6	21,2
63	Красноармійськ	51	1,3	4,3	372	9,3	30,0	326	8,2	26,3
64	Одеса	20	0,5	1,7	290	7,3	23,4	211	5,3	17,0
66	Нова Каховка	32	0,8	2,7	371	9,3	29,9	320	8,0	25,8
67	Ізмаїл	43	1,1	3,6	333	8,3	26,9	275	6,9	22,2
72	Клепінине	31	0,8	2,6	336	8,4	27,1	334	7,4	26,9
73	Харків	7	0,2	0,6	140	3,5	11,3	147	3,7	11,9
79	Біловодськ	30	0,8	2,5	208	5,2	16,8	186	4,7	15,0
80	Кайдаки	15	0,4	1,3	216	5,4	17,4	193	4,9	15,6

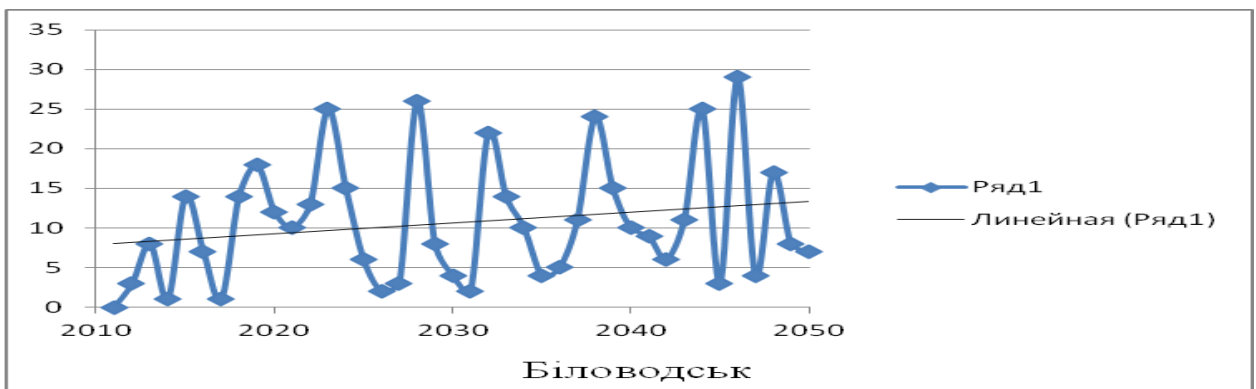
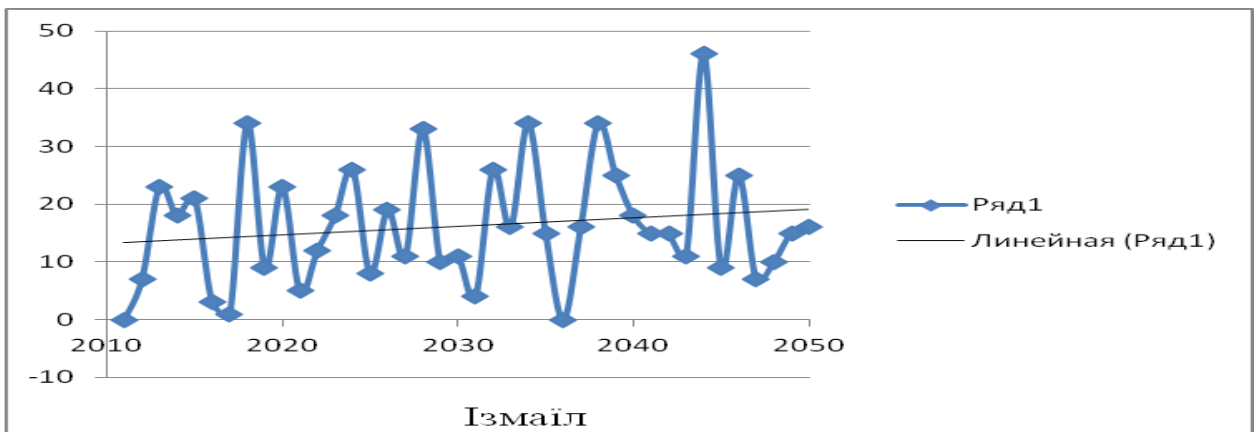
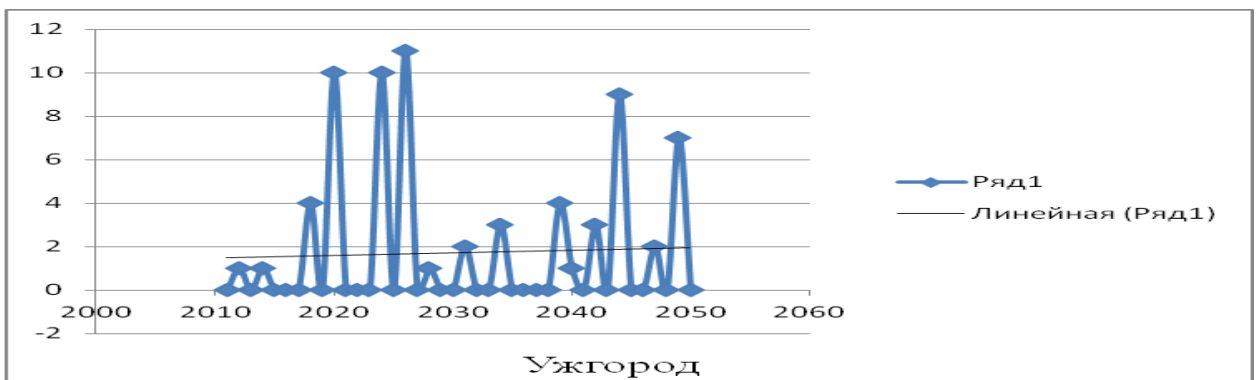
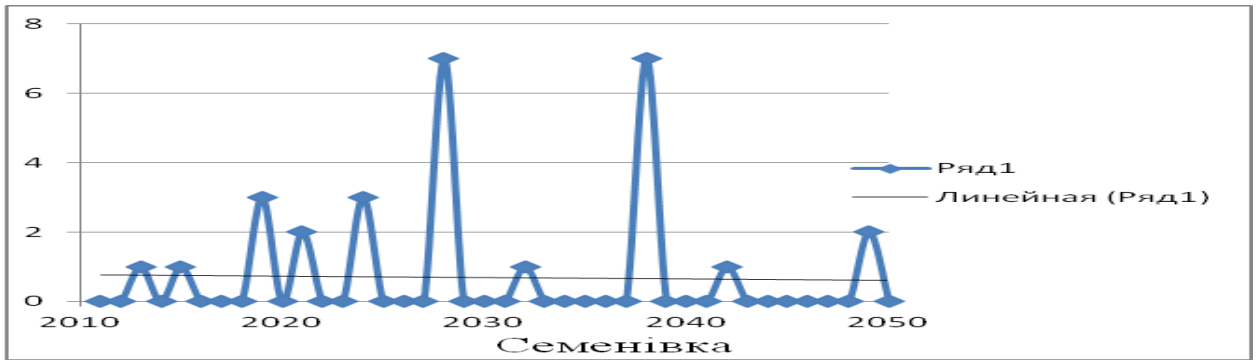
Примітка. Повторюваність надано кількістю випадків (к.в.) і у відсотках (%)

На рис. 2.16 наведено часовий хід кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С за рік в різних регіонах країни за період з 2011 по 2040 рр..

Побудований лінійний тренд кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С свідчить про їх зростання за досліджуваний період у всіх районах країни (Ужгород, Ізмаїл, Біловодськ) за винятком півночі (Семенівка).

Далі досліджувався просторовий розподіл кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С по території України за період з 2011 по 2050 рр. на основі модельних рядів за сценарієм RCP 8.5 по двадцяти семи станціях країни.

На рис. 2.17-2.19 представлено просторовий розподіл повторюваності (%) кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С у літні місяці, а також суми таких днів за літо (рис. 2.20).



по осі x – роки з 2011 по 2050; по осі y – кількість днів

Рис. 2.16. Динаміка кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С. Літо

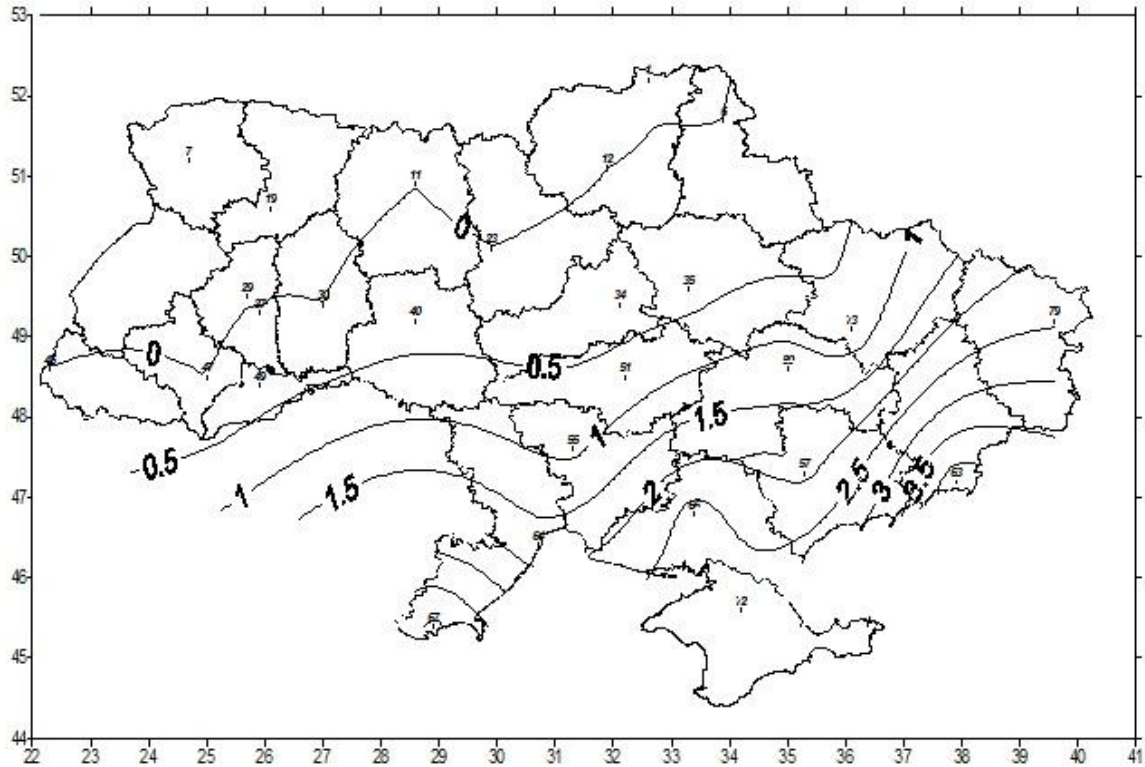


Рис. 2.17. Просторовий розподіл повторюваності (%) кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С. Червень

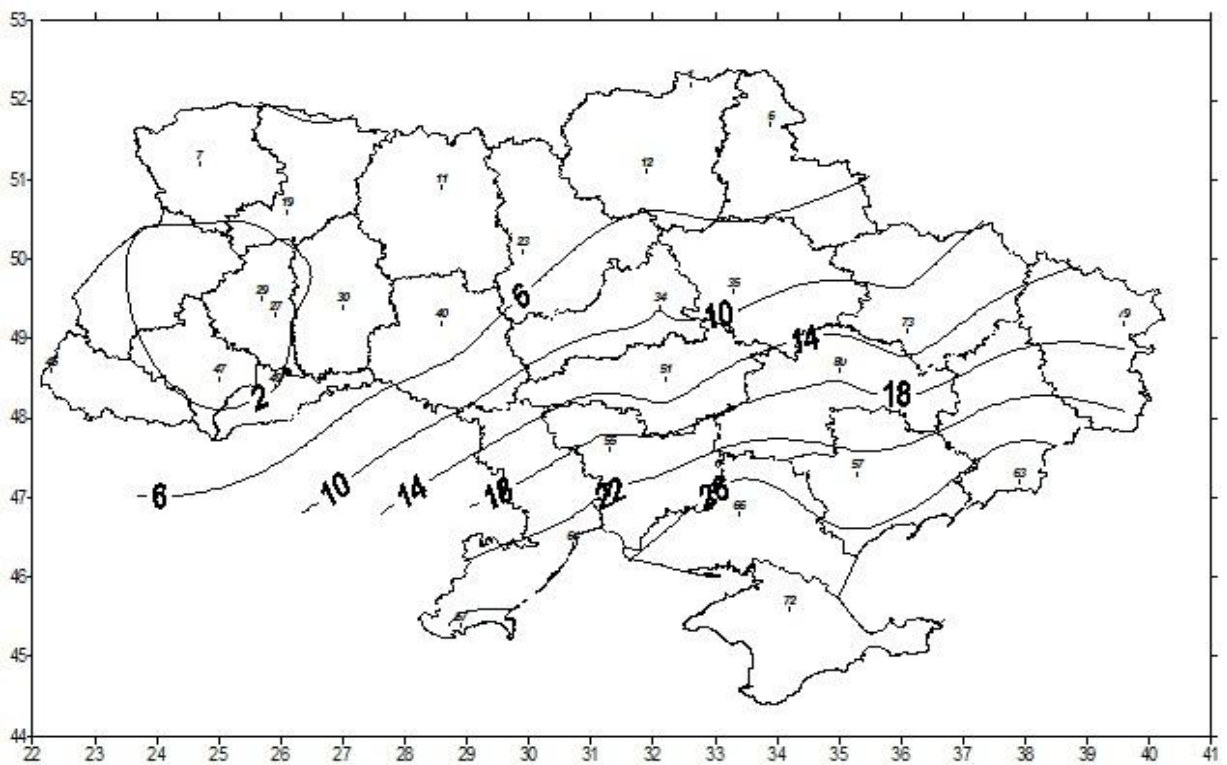


Рис. 2.18. Просторовий розподіл повторюваності (%) кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С. Липень

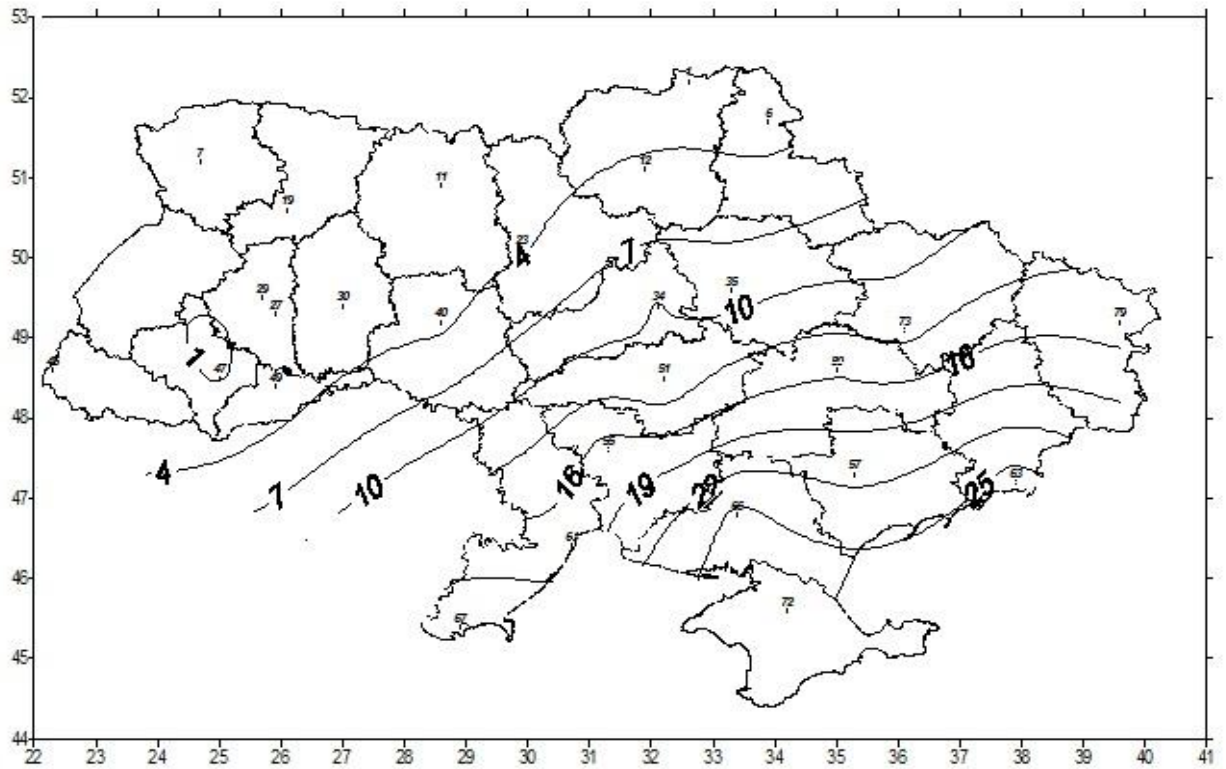


Рис. 2.19. Просторовий розподіл повторюваності (%) кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С. Серпень

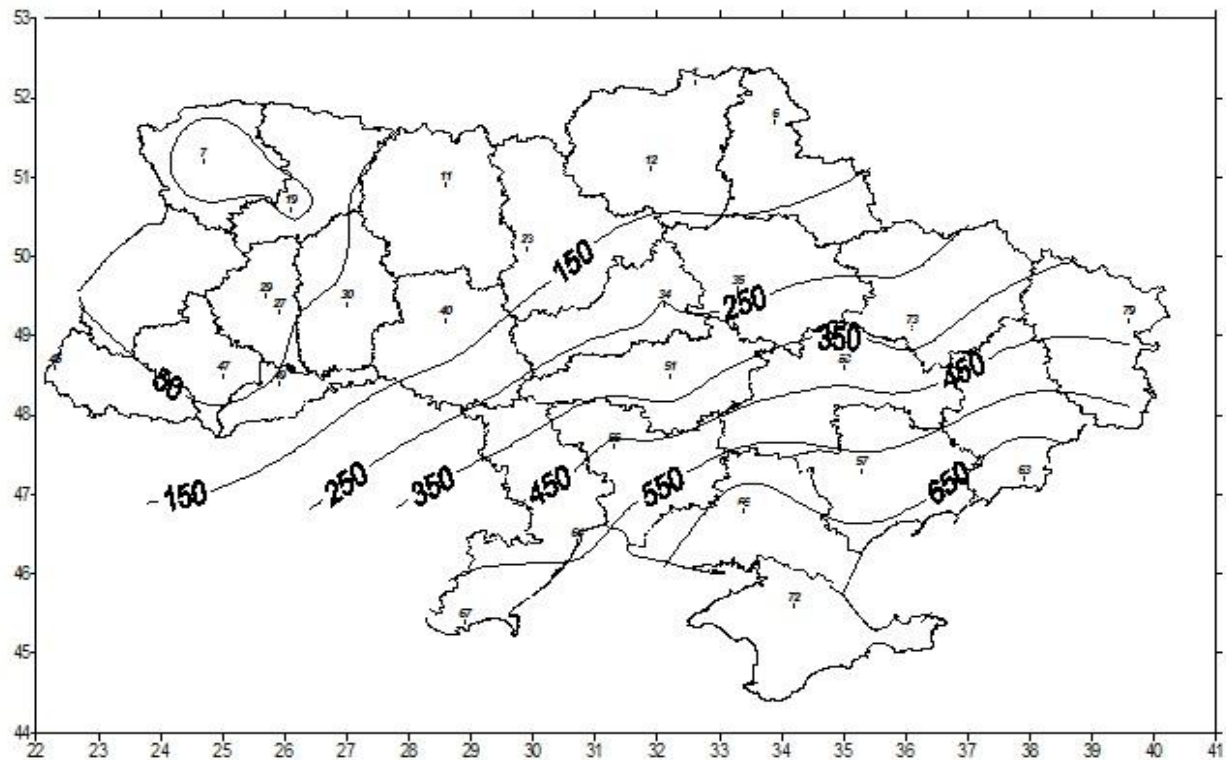


Рис. 2.20. Просторовий розподіл кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С. Літо

Особливості розподілу характеристик кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С зберігаються і в окремі місяці, і в цілому за літо. Вони дуже повільно зростають із заходу, північного заходу і півночі до відповідної ізолінії, що проходить через Вінницьку, Київську, Чернігівську і Сумську області, а потім на південь і південний схід їх зростання прискорюється.

За досліджуваний період максимальна кількість днів з температурою, вищою за порогову, тобто небезпечною для здоров'я людей, в цілому за літо очікується у Красноармійську (749 днів), Новій Каховці (723 дні) і Клепиніному (701 день), мінімальна – в Івано-Франківській області (Коломия).

Зазначимо, що група кліматологів під керівництвом А.Занобетті з Гарвардської школи суспільного здоров'я у Бостоні оцінила як змінювалась смертність серед літніх мешканців США під час відносно жарких сезонів, проаналізувавши статистику, зібрану державною службою медичного страхування MediCare за 1985-2005 рр.. Виявилось, що смертність американців зростала достатньо сильно з підвищенням відхилення середньої температури літнього дня від норми того регіону, де мешкав учасник дослідження. Так, збільшення цього відхилення на 1 °С супроводжувалось зростанням смертності на 2% серед людей із захворюваннями серцево-судинної системи і на 4% для діабетиків. Вони вважають, що у середньому, загальна смертність серед всіх категорій населення повинна зрости приблизно на 5 % з кожним додатковим градусом відхилення температури.

Глобальне потепління клімату дає помітний негативний внесок у зміни здоров'я населення, хоча поки оцінка потенційного впливу змін клімату на здоров'я містить в собі велику ступінь невизначеності [15].

3 ОЦІНКА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ НАСЛІДКІВ КЛІМАТИЧНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РИЗИКУ

3.1. Структура і класифікація ризиків

Ризик – кількісний показник невизначеності при альтернативному виборі рішень на початку і в процесі конкретної діяльності, що виражає ймовірність витіснення, заміщення користі шкодою в структурі очікуваних результатів діяльності за певний період.

Рівень ризику висловлює або частоту такого заміщення, або розміри заміщає компонента в його натуральному або вартісному вираженні. З цього випливає, що ризик є показником стійкості бінарних систем.

Обставини, при яких виникає загроза значного заміщення користі шкодою, прийнято називати ризиковими ситуаціями. Їх структурна модель має вигляд: «джерело ризику – об'єкт ризику – фактори ризику – наслідки ризику». Джерело ризику – це будь-яка потенційна небезпека, здатна заподіяти шкоду, шкоду певних об'єктів – жертвам ризику.

Об'єктами (жертвами) ризику можуть стати будь-які компоненти живої та неживої матерії, на які можуть впливати певні джерела ризику в минулому, сьогоденні і майбутньому.

Фактори ризику – це підсилювачі джерел ризику. Вони підвищують інтенсивність, силу впливу джерела на об'єкт ризику. Ними можуть бути стану, властивості самих джерел і об'єктів ризику, а також компонентів, процесів і результатів діяльності, в тому числі людини і навколишнього середовища. Негативними наслідками ризику є втрати, втрати, збитки, заподіяні джерелами ризику його об'єктів.

Сукупність об'єктів, одночасно піддаються впливу ідентичних джерел і чинників ризику (ІФР) являє собою групу ризику.

Просторова область, в якій постійно, періодично або епізодично виникають ІФР – це зона ризику.

Ризики зручніше класифікувати по виду об'єктів ризику. У життєдіяльності людини таких об'єктів безліч. Однак на принципах антропоцентризму їх завжди можна співвіднести з одним з наступних видів:

- 1) здоров'я, життя людини;
- 2) навколишнє природне середовище;
- 3) технічні об'єкти і системи;
- 4) майно, капітал, гроші;
- 5) суспільство, населення.

Відповідні цим об'єктам ризикові ситуації отримують назви:

- 1) небезпечна;
- 2) небезпечна екологічна;

- 3) аварійна;
- 4) кризова;
- 5) надзвичайна.

На цих же принципах всі ризики можна розділити на 5 основних видів: валеологічний, екологічний, технічний, економічний і соціальний (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Класифікація ризиків

Вид ризику	Об'єкт ризику	Вид ризикової ситуації	Негативні наслідки ризику
Валеологічний	здоров'я, життя людини	небезпечна	Зниження працездатності, захворювання, травма, інвалідність, летальний результат
Екологічний	навколишнє природне середовище	небезпечна екологічна	Забруднення води, повітря, ґрунту, руйнування екологічних об'єктів і систем
Технічний	технічні об'єкти і системи	аварійна	Аварія, вибух, обвалення, пожежа, несправність, руйнування
Економічний	майно, капітал, гроші	кризисна	Втрата майна, капіталу, продукції, що випускається, грошей, очікуваної вигоди
Соціальний	суспільство, населення	надзвичайна	Пошкодження здоров'я, загибель людей, руйнування техносфери, ландшафтів, втрата майна

Валеологічний ризик – це кількісний показник невизначеності, що виражає ймовірність заподіяння шкоди, збитку здоров'ю, загибелі людини в розглянутих умовах життєдіяльності за певний період. Такий ризик буде індивідуальним, якщо стосується однієї людини, або загальним - для групи людей. Він може бути вимушеним (проживання поблизу небезпечного

об'єкта, транспортної магістралі, заклик на війну і т.п.) або добровільним (куріння, робота по найму, заняття спортом, туризмом і т.д.). Ризик, що виникає в зв'язку з виконанням службових обов'язків, буде професійним.

Екологічний ризик є кількісним показником невизначеності, що виражає ймовірність забруднення, руйнування екологічних об'єктів і систем внаслідок господарської чи іншої діяльності людини за певний період

Технічний ризик є кількісним показником невизначеності, що виражає ймовірність аварії, поломки, руйнування технічного об'єкта або системи за певний період. Він служить показником надійності техніки і техносфери в цілому.

Економічний ризик є кількісним показником невизначеності, що виражає ймовірність втрати, псування майна, економічних ресурсів, грошових коштів, а також можливостей їх примноження за певний період. Він містить в собі ознаки технологічного, підприємницького і фінансового ризиків.

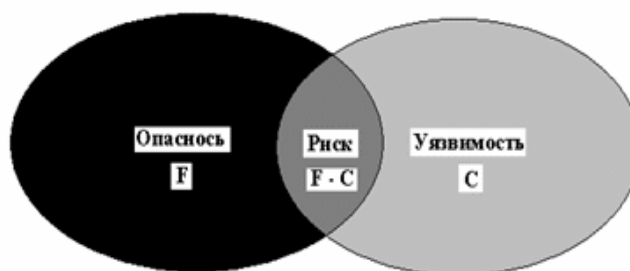
Соціальний ризик є кількісним показником невизначеності, що виражає ймовірність виникнення і масштаби поширення надзвичайних ситуацій, що створюють загрозу значним контингентам людей, їх майну, сформованим умовам життєдіяльності, які вони займають територіям [45].

3.2 Загальна методика визначення кліматичних ризиків

Кліматичний ризик визначається виходячи з фінансових оцінок ризиків (прибутку або збитків), яких зазнає реципієнт під дією небезпечних метеорологічних явищ (НЯ) – посухи, морозу, сильних дощів і снігопадів, вітру, до зміни клімату в цілому.

Поняття кліматичного ризику базується на поняттях факторів (або причин) ризику і об'єкта (реципієнта) ризику. Характеристикою кліматичного ризику є критичне значення (або сукупність значень), що виділяє область несприятливих значень факторів ризику, що призводять до суттєвого збитку для об'єкта.

Кліматичний ризик зазвичай визначають як ймовірність негативних наслідків або очікуваних втрат, що впливає з взаємодії між метеорологічними небезпеками і вразливістю реципієнта, що включає його схильність. Математична інтерпретація ризику ілюструється схемою на (рис. 3.1)



F – частота виникнення небезпеки;
 C – ймовірність уразливості реципієнта від реалізованої небезпеки або вражаючого фактора

Рис.3.1. Модель ризику

Наразі у вітчизняній і зарубіжній практиці використовується вдосконалена модель ризику (рис. 3.2)



Рис.3.2. Ілюстрація до концепції управління ризиками для розробки адаптації до зміни клімату (ІРСС).

В основі непрямого методу розрахунку економічного ризику лежать наступні основні постулати:

- розвиток індустрії і сільського господарства тісно пов'язане з щільністю населення;
- економічним еквівалентом уразливості або ціною ризику є частка валового промислового продукту (ВВП) і основного фонду, що припадає на одного жителя Росії.

Ризик визначається за формулою (3.1):

$$R = P(\Phi)U, \quad (3.1)$$

де $P(\Phi)$ – вірогідність НЯ, Y - середній збиток, пов'язаний з реалізацією даної події.

Так як фактична вразливість часто невідома, то для визначення цієї величини використовуються непрямі методи оцінки.

Соціальний ризик $R_{\text{соц.}}$, являє собою співвідношення між числом людей, які зазнали впливу джерела небезпеки, і ймовірністю такої події. Середня площа, яку займає подією, визначається, при розгляді окремих випадків виникнення НЯ. У тих випадках, коли таку площу, визначити не можна, як радіусу даної площі приймається радіус кореляції даного явища.

Існує ризик соціального збитку розглянутої території від НЯ може бути визначений за формулою (3.2):

$$R_{\text{соц.}} = P \cdot (s / S) \cdot t_{\text{cp}} \cdot m \cdot K_a, \quad (3.2)$$

де p – ймовірність НЯ, $p = n / N$, де: n – число НЯ на даній території за весь період спостережень; N – число років спостережень; t_{cp} – середня тривалість НЯ; s – середня площа охоплення НЯ; S – площа території; K_a - коефіцієнт агресивності явища, який встановлюється за силою впливу НЯ на розглянутій території.

Таблиця 3.2 – Коефіцієнт агресивності небезпечних явищ

НЯ	Смерч	Великий град	Сильна ожеледь	Шквал	Сильний вітер	Сильна заметіль	Сильний дощ
K_a	6	3	2,5	1,4	1,0	0,8	0,03

Коефіцієнт агресивності встановлено по силовому впливу НЯ на умовну поверхню.

Загальна формула соціального ризику або ймовірності ураження конкретного (точкового) реципієнта має наступний вигляд:

$$R_{\text{соц.об'єкта}} = p \cdot (s_i / S) \cdot (s / S) \cdot t_{\text{cp}} \cdot m \cdot K_a, \quad (3.3)$$

де s_i – площа реципієнта;

Наведені вище формули дозволяють оцінити вразливість і ризику, що створюються НЯ для різних реципієнтів, тобто вирішувати завдання оцінки ризиків на об'єктному рівні.

Основою економічного механізму управління ризиком є визначення економічного збитку, створюваного небезпечною подією. Сукупний збиток на даній території може бути названий економічним ризиком

$$R_{ек} = A \cdot R_{соц.}, \quad (3.4)$$

де A – коефіцієнт, званий ціною ризику, рівний частці ВВП, що припадає на одного жителя.

Для переходу до економічного ризику необхідно кількісно оцінити збиток, використовуючи ВВП. При цьому визначається тривалість кожного НЯ і розраховується частка збитку за період рівний тривалості явища [46].

3.3 Оцінка соціальних і економічних ризиків від екстремальної температури у різних регіонах України

Сучасне потепління клімату, яке характеризується зміною кліматичних параметрів, супроводжується зростанням повторюваності небезпечних гідрометеорологічних явищ (НЯ), а це призводить до соціального і економічного збитків в різних регіонах країни. Небезпечні явища часто, окрім прямих збитків, можуть посилювати інші негативні фактори середовища і різного роду лиха. Так, підвищення тривалості періодів з високими або низькими температурами впливає як безпосередньо на стан здоров'я людей, так і опосередковано через якість води, продуктів харчування, стану забруднення повітря. Крім того, екстремальні значення температури впливають на стійкість і міцність будівельних конструкцій, робочі характеристики техніки, багато в чому визначають екологічну ситуацію території (пожежонебезпечність, рівень забруднення), стан інфраструктури житлово-комунального господарства, інших галузей економіки. Таким чином, удосконалення управління кліматичною інформацією, системний аналіз характеристик НЯ вкрай актуальні і є основою соціально орієнтованих систем попередження [45] в рамках організації робіт по зниженню передбачуваних або таких, що відбулися, збитків, пов'язаних з кліматичними ризиками.

Як вже згадувалось, у сучасному суспільстві темі ризиків, зокрема гідрометеорологічних, приділяється значна увага. Низка дослідників під гідрометеорологічними ризиками розуміють статистичні імовірності настання тих або інших аномальних або небезпечних явищ погоди [46, 47]. Найчастіше використовують непрямі методи для розрахунку соціально-економічних складових ризиків, тому що існує проблема відсутності достовірної і доступної інформації по економічних збитках від НЯ, по кількості загиблих і постраждалих людей в результаті прояви окремих небезпечних явищ.

Авторами [46, 48] запропоновано співвідносити економічні втрати з чисельністю населення, що дозволяє оцінити уразливість на основі даних про ВВП на одного мешканця. При цьому вважається, що збитки, створені

відповідним НЯ, компенсуються за рахунок ВВП у переліку на населення, яке потрапило в зону дії НЯ. Валовий внутрішній продукт (ВВП), англ. *Gross Domestic Product* (GDP) – макроекономічний показник, який відбиває ринкову вартість всіх кінцевих товарів та послуг, зроблених за рік у всіх галузях економіки на території держави для споживання, експорту і накопичення, незалежно від національної приналежності використаних факторів виробництва.

Безпосередньо до небезпечних явищ відносять сильну жару і сильний мороз, періоди з аномально холодною/жаркою погодою, тоді як низькі/високі температури належать до НЯ лише у сполученні з іншими несприятливими факторами (сильний вітер тощо). Низкою дослідників запропоновано характеристики критеріїв НЯ. Так високими вважаються максимальні за добу температури повітря зі значеннями ≥ 30 °C будь-якої тривалості. Аномально жарка погода характеризується максимальною температурою ≥ 30 °C протягом 5 діб і більше. Сильна жара має ознаки: значення максимальної температури досягають 35 °C і вище протягом 3 діб і більше.

Нами визначено соціальні і економічні збитки, зумовлені екстремальними проявами температурного режиму (високою температурою) в різних регіонах України на основі даних траєкторії RCP 8.5 з 2011 по 2050 рр..

Абсолютний максимум в модельних рядах максимальної температури очікується у серпні 2044 року (41,3 °C, ст. Нова Каховка, Ізмаїл) та ; у цей же час ще на низці станцій сходу і півдня України максимальна за добу температура може перебільшувати сорока градусну позначку.

Максимальні за добу температури повітря ≥ 30 °C будуть спостерігатись з травня по вересень (у травні на 67% від всіх станцій загальна тривалість їх від 1 до 10 днів за 40 років). Найбільша кількість періодів з високою температурою (155) на території країни за досліджуваний інтервал очікується у серпні на ст. Ізмаїл (табл. 3.4 і Б.1), що у сумі складе 491 день. Максимальна безперервна тривалість таких періодів на різних станціях становитиме від 5 (Ковель, Ужгород, Коломия) до 18 (Нова Каховка, Ізмаїл, Клепінине) днів у липні і 6 (Ніжин) – 26 (Нова Красноармійськ) днів у серпні. Цікаво, що загальна тривалість таких періодів у липні вища, ніж у серпні у Передкарпатті, Закарпатті, на східних і південних районах країни, на решті території навпаки.

Таблиця 3.4 – Характеристики температурних ризиків на станціях. 2011-2050 рр.

№ п/п	Назва станції	Травень				Червень				Липень				Серпень				Вересень				Жовтень			
		<i>s</i>	<i>n</i>	τ	<i>p</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	τ	<i>p</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	τ	<i>p</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	τ	<i>p</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	τ	<i>p</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	τ	<i>p</i>
1	Семенівка	0	0	0	0	2	2	1	5	60	33	6	50	71	34	7	52,5	5	3	2	7,5	0	0	0	0
6	Глухів	0	0	0	0	1	1	1	2,5	72	37	8	57,5	91	42	8	55	3	2	1	5	0	0	0	0
7	Ковель	0	0	0	0	2	2	1	5	77	31	5	50	55	28	10	55	3	3	1	8	0	0	0	0
11	Коростень	0	0	0	0	5	5	1	5	72	36	10	36	82	38	14	38	13	10	3	10	0	0	0	0
12	Ніжин	0	0	0	0	4	4	1	10	114	53	11	65	120	55	6	72,5	4	6	2	7,5	0	0	0	0
19	Рівне	4	4	1	10	3	4	1	5	86	53	10	62,5	66	55	11	57,5	0	0	0	0	0	0	0	0
23	Фастів	0	0	0	0	9	8	2	4	106	49	10	37	106	50	7	51	5	4	1	0	0	0	0	0
27	Стрий	2	2	2	5	4	4	1	7,5	68	45	10	45	64	50	14	50	0	0	0	0	0	0	0	0
29	Тернопіль	2	2	2	5	4	4	1	7,5	57	31	8	42,5	57	28	14	50	0	0	0	0	0	0	0	0
30	Хмельницький	2	2	2	5	5	5	1	7,5	73	43	10	53	68	33	14	53	3	2	2	2,5	0	0	0	0
34	Черкаси	1	1	1	2,5	19	15	2	22,5	159	79	8	85	209	82	15	95	13	7	2	15	0	0	0	0
35	Веселий Поділ	1	1	1	2,5	12	9	2	15	193	72	13	87,5	227	87	16	95	17	10	4	17,5	0	0	0	0
40	Вінниця	0	0	0	0	10	8	2	13	91	45	10	57,5	100	43	14	55	7	6	2	12,5	0	0	0	0
45	Ужгород	2	2	2	5	7	6	2	7,5	95	42	5	62,5	67	37	10	65	0	0	0	0	0	0	0	0
47	Коломия	0	0	0	0	4	4	1	10	47	26	5	37,5	44	24	9	42,5	0	0	0	0	0	0	0	0
49	Чернівці	3	3	3	7,5	12	9	2	12,5	96	51	6	57,5	95	42	14	67,5	5	4	2	7,5	0	0	0	0

Продовження таблиці 3.4																									
52	Бобринець	1	1	1	2,5	16	13	2	20	250	85	12	87,5	272	89	16	95	16	9	2	15	0	0	0	0
55	Вознесенськ	1	1	1	2,5	34	28	3	37,5	338	106	16	95	340	100	16	97,5	30	18	3	30	0	0	0	0
57	Пришиб	4	1	1	2,5	61	36	7	50	402	121	17	97,5	433	122	23	97,5	39	21	7	37,5	0	0	0	0
63	Красно-армійськ	10	5	6	12,5	98	51	11	65	501	138	17	100	479	139	26	95	63	34	6	52,5	0	0	0	0
64	Одеса	0	0	0	0	31	20	6	35	322	107	17	92,5	288	91	15	92,5	21	12	3	20	0	0	0	0
66	Нова Каховка	7	3	3	7,5	91	54	3	57,5	454	127	18	100	457	123	24	97,5	51	29	4	47,5	0	0	0	0
67	Ізмаїл	10	7	8	17,5	100	56	7	62,5	502	140	18	100	491	155	15	100	77	43	4	52,5	1	1	1	2,5
72	Клепінине	9	8	8	20	119	41	4	72,5	499	132	18	100	499	134	22	100	47	28	7	42,5	0	0	0	0
73	Харків	2	1	1	2,5	22	17	2	27,5	237	79	17	95	247	91	16	97,5	21	12	5	20	0	0	0	0
79	Біловодськ	5	3	3	7,5	63	33	5	50	315	112	11	100	329	118	16	102,5	24	13	6	25,0	0	0	0	0
80	Кайдаки	6	3	3	7,5	53	37	4	42,5	334	104	12	95	332	105	16	100	37	19	5	32,5	0	0	0	0

Примітка до таблиці. s – загальна кількість днів, n – кількість періодів, τ – максимальна безперервна тривалість періодів, p – повторюваність періодів, %

Повторюваність днів з високою температурою по території України за 40-річний досліджуваний період у липні-серпні буде коливатись від 3,5 (Коломия) до 40,5% (Ізмаїл), у перехідні сезони – від 0,0 до 6,4% (Ізмаїл). У липні та серпні передбачається і найбільша загальна кількість днів з максимальною за добу температурою повітря ≥ 30 °С: 499 дні (Клепиніне). Безперервна тривалість серій високої температури найбільшою є на сході країни (табл. 3.4).

Суми загальної тривалості періодів з високою температурою за рік суттєво зростають з південного заходу і заходу (120 днів, Тернопіль) на південний схід (1151 день, Красноармійськ) і південь (1173 дні, Клепиніне) (рис. 3.3).

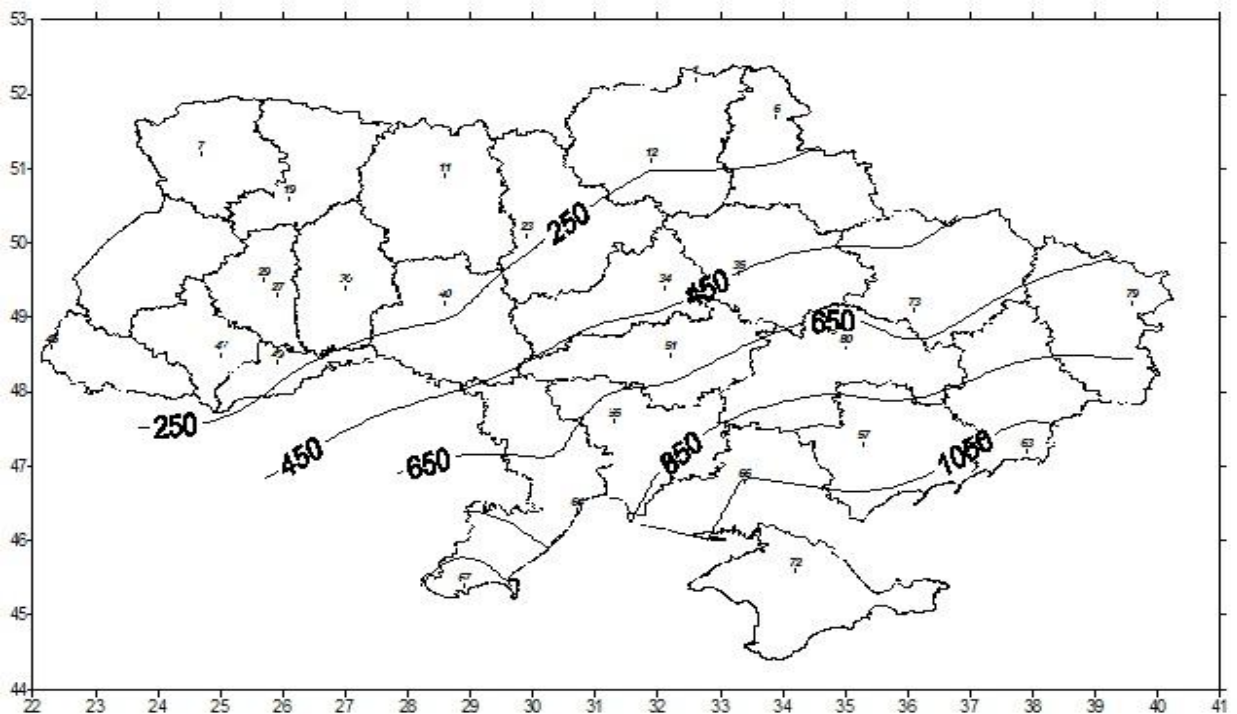


Рис. 3.3. Просторовий розподіл суми загальної тривалості періодів з високою температурою за рік. 2011-2050 рр.

На основі здобутих даних по повторюваності аномальних явищ, використовуючи методику, запропоновану в роботах [46, 48], проведено розрахунки можливих соціальних і економічних ризиків для території країни стосовно згаданих двох критеріїв.

У запропонованій методиці під соціальним ризиком розуміють імовірність попадання населення певної території в зону з небезпечним або аномальним явищем в середньому за рік. Розрахунки виконувались за формулою:

$$R_{соц} = (n_i / N) \cdot (s_i / S) \cdot t_{cp} \cdot m \cdot k, \quad (3.5)$$

де n_i – кількість випадків з i -им небезпечним явищем на досліджуваній території за весь період спостереження; N – загальна кількість спостережень (кількість років); s_i – середня площа, яка охоплюється i -им небезпечним явищем (км²); S – площа всієї території (км²); t_{cp} – середня тривалість НЯ (дні); k – коефіцієнт агресивності НЯ; m – кількість мешканців на досліджуваній території [48]. Відношення (n_i / N) – повторюваність років з явищем, тобто емпірична частота відповідного НЯ, яка показує частку років з НЯ з розглянутого інтервалу часу (у нашому випадку 40 років), коли відмічались відповідні температурні умови, які сприятимуть формуванню ризиків. Так, наприклад, на станціях Пришиб, Красноармійськ, Нова Каховка, Ізмаїл і Клепиніне періоди з високими температурами очікуються щорічно, утворюючи ризики для соціальної активності і діяльності населення країни, на решті станцій періоди високих температур будуть спостерігатись менше 100%.

Розрахунки соціальних ризиків показали, що найбільший ризик для країни являють собою періоди високих температур (табл. 3.5) головним чином у Донецькій і Дніпропетровській областях (відповідно 58,1 тис. і 49,6 тис. чоловік), що зумовлено, окрім географічного положення їх, у більшій мірі чисельністю населення.

Далі проведено розрахунок можливого економічного ризику, який утворюється відповідним аномальним явищем. Як вже згадувалось, доцільно співвідносити цей тип ризиків з даними про частку ВВП на одного мешканця регіону, який потрапить у зону НЯ за час (кількість днів), що дорівнює тривалості НЯ [46, 48]. Дана методика також передбачає врахування розбіжностей у силі дії різних НЯ на об'єкт, що виражається у введенні коефіцієнта агресивності відповідного НЯ, який для температурних ризиків від високих температур вважався таким, що дорівнює 0,1 [49]. У [46, 48] економічним ризиком пропонують називати сукупні збитки від НЯ на даній території та визначати його як

$$R_{ек} = A \cdot R_{соц} , \quad (3.6)$$

де A – сума часток ВВП, які припадають на одного мешканця країни, за період, який дорівнює середній тривалості НЯ.

Для розрахунку економічних ризиків (табл. 3.5) нами використані відомості прес-служби Державної служби статистики за даними «Інтерфакс-Україна». Згідно з її даними в розрахунку на душу населення номінальний ВВП за січень-березень 2016 року дорівнював 10,605 тис. грн.. Номінальний або абсолютний ВВП виражається у поточних (фактичних) цінах даного року.

Таблиця 3.5 – Соціальні та економічні ризики, можливі при формуванні періодів з максимальною добовою температурою повітря $\geq 30^{\circ}\text{C}$ у різних областях України (сценарій RCP 8.5)

Область	Населення, тис.чол	Площа, км ²	Соціальний ризик, тис. чол.	Економічний ризик, млн. грн.
Чернігівська	1045,0	31865	7,0	0,80
Сумська	1113,3	23834	6,7	0,77
Волинська	1042,7	20144	5,2	0,60
Житомирська	1247,5	29832	7,4	0,86
Рівненська	1161,8	20047	10,2	1,17
Київська	4638,8	28970	36,3	4,18
Львівська	2534,2	21833	11,7	1,35
Тернопільська	1065,7	13823	3,0	0,35
Хмельницька	1294,4	20645	4,2	0,49
Черкаська	1259,2	20900	9,2	1,06
Полтавська	1438,9	28748	17,3	2,00
Вінницька	1602,2	26513	10,4	1,20
Закарпатська	1259,2	12777	4,6	0,53
Ів.-Франківська	1382,3	13928	3,2	0,37
Чернівецька	909,9	8097	2,1	0,24
Кіровоградська	973,1	24588	11,2	1,29
Миколаївська	1158,2	24598	12,8	1,48
Запорізька	1753,6	27180	24,1	2,78
Донецька	4265,1	26517	58,1	6,70
Одеська	2390,3	33310	38,6	4,5
Херсонська	1062,4	28461	15,5	1,79
АР Крим	1957,8	26945	30,6	3,53
Харківська	2718,6	31415	37,6	4,34
Луганська	2205,4	26684	26,0	3,00
Дніпропетровська	3254,9	31974	49,6	5,71

Таблиця 3.6 – Соціальні та економічні ризики, можливі при формуванні періодів з максимальною добовою температурою повітря $\geq 30^{\circ}\text{C}$ у різних областях України (сценарій RCP 4.5)

Область	Населення, тис.чол	Площа, км ²	Соціальний ризик, тис. чол.	Економічний ризик, млн. грн.
Чернігівська	1045,0	31865	7,0	0,80
Сумська	1113,3	23834	5,3	0,61
Волинська	1042,7	20144	2,0	0,23
Житомирська	1247,5	29832	5,4	0,62
Рівненська	1161,8	20047	2,9	0,33
Київська	4638,8	28970	23,4	2,70
Львівська	2534,2	21833	5,8	0,67
Тернопільська	1065,7	13823	0,9	0,11
Хмельницька	1294,4	20645	3,4	0,39
Черкаська	1259,2	20900	9,2	1,06
Полтавська	1438,9	28748	16,3	1,88
Вінницька	1602,2	26513	6,8	0,78
Закарпатська	1259,2	12777	2,0	0,23
Ів.-Франківська	1382,3	13928	1,3	0,15
Чернівецька	909,9	8097	0,9	0,11
Кіровоградська	973,1	24588	9,1	1,05
Миколаївська	1158,2	24598	12,4	1,43
Запорізька	1753,6	27180	25,2	2,90
Донецька	4265,1	26517	62,9	7,25
Одеська	2390,3	33310	38,6	4,40
Херсонська	1062,4	28461	17,0	1,96
АР Крим	1957,8	26945	28,8	3,32
Харківська	2718,6	31415	34,2	3,95
Луганська	2205,4	26684	27,1	3,13
Дніпропетровська	3254,9	31974	48,6	5,61

Аналіз розрахунків показав, що всі області країни в тій або іншій мірі будуть економічно уразливими при формуванні періодів високих температур. Максимальних економічних збитків можуть зазнати Донецька та Дніпропетровська області від максимальних температур вище 30 °С відповідно 6,70 і 5,71 млн. грн.

Результати непрямой оцінки економічних ризиків показали, що їх максимальні значення при формуванні додатних екстремальних температурних періодів очікуються у Донецькій і Дніпропетровській областях, що зумовлено максимальною щільністю населення на фоні решти областей України.

Цікавим буде порівняння соціальних та економічних ризиків, можливих при формуванні періодів з максимальною добовою температурою повітря $\geq 30^{\circ}\text{C}$, визначених за двома сценаріями: RCP 8.5 і RCP 4.5 (табл. 3.5 і 3.6). За першим з них («найгіршим») такі ризики зростуть на більшій частині країни за винятком Чернігівської, Черкаської, Одеської областей (залишаться незмінними) і Запорізької, Донецької, Луганської, Херсонської (знизяться). Але у західному регіоні країни (Закарпатська, Львівська, Чернівецька, Волинська, Рівненська області), ризики зростуть дуже суттєво: в 2-3 рази, що зумовлено збільшенням саме тут загальної тривалості періодів з високою температурою (від 48 до 93 днів за літо) і максимальної безперервної тривалості їх. В цілому ж по Україні за обома сценаріями найбільші ризики від періодів високих температур очікуються у Донецькій і Дніпропетровській областях, що як вже згадувалось, зумовлено, чисельністю населення та географічним положенням.

Слід зазначити, що різний рівень економічного розвитку тої або іншої області суттєво впливає на ступінь уразливості території. Необхідна розробка кількісного критерію, який дозволив би враховувати дані властивості регіону.

Використаний у даній роботі підхід відносно простий і дозволяє здобути прийнятні результати для врахування їх при плануванні адаптаційних заходів в різних секторах економіки, медицині зокрема.

3.4 Ризики від змін клімату та заходи по адаптації до них в Україні

Україна входить у перелік країн, які підписали і ратифікували Рамкову конвенцію ООН про зміни клімату і Кіотський протокол до неї, та взяли на себе зобов'язання не лише захищати кліматичну систему на благо сучасного і майбутнього поколінь людства, але й виконувати свої індивідуальні зобов'язання як Сторони Конвенції і Протоколу. Зокрема, Україна зобов'язалась проводити політику і заходи, спрямовані на боротьбу зі змінами клімату, враховуючи реальні соціально-економічні умови країни,

охоплюючи усі джерела і поглиначі парникових газів, а також відповідні сектори економіки [50].

Кліматичні зміни і їх наслідки потребують розробки і здійснення органами охорони здоров'я і цивільної оборони стратегій, напрямів політики і заходів по адаптації, які мають за мету зменшити потенціальний вплив на здоров'я.

У 2009 р. під егідою ООН Глобального Договору був підготовлений огляд про сприйняття змін клімату в Україні «Survey on Climate Change Perceptions in Ukraine». Більшість експертів, які прийняли участь в такому дослідженні, пов'язують глобальні зміни клімату з серйозними природними, економічними і соціально-економічними ризиками як для людства в цілому, так і для України зокрема. Автори Повідомлення України, підготованого на виконання статей 4 і 12 Рамкової конвенції ООН про зміни клімату і статті 7 Кіотського протоколу [50] в оцінці можливих ризиків через зміни клімату на території України виділили низку найбільш важливих аспектів і напрямків.

До прямих ризиків віднесено наступні:

- Зростання частоти та інтенсивності кліматичних аномалій і екстремальних погодних явищ, таких як шквали, ураганні вітри, смерчі, аномальні коливання температури, повені тощо; повторюваність таких явищ збільшилась у 1,5-2 рази.
- Повторюваність частоти засух (за період 1989-2009 рр. їх повторюваність зросла майже вдвічі). Засухи стають більш частими та інтенсивними. Відмічається тенденція поширення засух на регіони, які традиційно відносились до зони достатнього зволоження (Полісся, північні райони лісостепу).
- Підвищення рівня захворюваності і смертності населення. Тепловий стрес у найбільшій мірі загрожує уразливим шарам населення у містах (людям похилого віку, дітям, хворим, які страждають на кардіологічні хвороби тощо).
- Підвищення рівня Чорного і Азовського морів, яке загрожує розмиванню прибережних територій.
- Зменшення продуктивності лісів. В Україні може з'явитись раніше не властива їй зона помірно теплого сухого лісу, який нагадує ліси центральних районів США. У степовій зоні природні умови будуть нагадувати клімат степової зони Іспанії. Степова частина Криму увійде в зону субтропіків. Зона помірно теплого сухого лісу може зайняти територію сьгоднішньої лісостепової зони і частково лісової зони Полісся.
- Скорочення біологічного різноманіття.

До непрямих ризиків віднесено:

- Зростання міграції населення, поява «кліматичних біженців».
- Негативний вплив на стан продовольчої безпеки.
- Ризики, пов'язані з економічною безпекою держави.

- Збереження технологічного відставання основних галузей промисловості
- Недоотримання коштів від реалізації надлишків квот на викиди парникових газів, які могли б бути спрямованими на модернізацію економіки та підвищення енергетичної безпеки України.
- Пігіршення іміджу України на міжнародній арені у випадку продовження слабкої і безініціативної позиції України у переговорному процесі по всіх аспектах проблем змін клімату.

Рамкова конвенція ООН про зміни клімату передбачає виконання Сторонами вимог відносно формулювання, здійснення та регулярного оновлення національних програм. Ці програми містять заходи по запобіганню наслідків змін клімату шляхом рішення проблеми антропогенних викидів з джерел і абсорбції поглиначами всіх парникових газів, які не регулюються Монреальським протоколом, і заходи по адекватній адаптації до зміни клімату.

На сьогоднішній день в Україні розробляється Національний план адаптації до змін клімату, в якому будуть запропоновані заходи по мінімізації негативного впливу аномальних погодних явищ на всі галузі економіки країни, життєдіяльність населення і стан навколишнього середовища, але головні акценти будуть розставлені в ньому на сільське господарство, енергетику і охорону здоров'я (табл. 3.7 [51]). Заходи по адаптації мають бути специфічними для різних секторів економіки в контексті: змісту, вартості, часових рамок впровадження.

У 2007 році було створено Національне агентство екологічних інвестицій України (після останньої реорганізації – Державне), основною задачею якого є забезпечення виконання вимог Конвенції та впровадження механізмів Кіотського протоколу. У ньому створено відділ взаємодії з Секретаріатом Рамкової конвенції ООН про зміну клімату та адаптації до змін клімату.

За інформацією Державного агенства екологічних інвестицій, до розробки плану притягнуто провідні науково-дослідні інститути і вчених України. У ньому будуть також враховані всі важливіші результати досліджень світової науки і висновки щорічних конференцій Рамкової конвенції ООН по зміні клімату.

Таблиця 3.7 – Заходи, які запропоновано для включення у проект
Національного плану адаптації до змін клімату на 2012-
2014 рр

Реалізація заходів з адаптації до зміни клімату на загальнодержавному рівні
Удосконалення діючої загальнодержавної системи спостереження і прогнозування стихійного природного лиха та екстремальних гідрометеорологічних явищ, збільшення кількості та інтенсивності яких пов'язане зі зміною клімату
Формування регіональної політики з питань адаптації до зміни

Продовження табл. 3.7
Забезпечення включення окремих заходів з адаптації до зміни клімату до місцевих планів дій з охорони навколишнього природного середовища при їх розробленні
Забезпечення включення до генеральних планів розвитку міст та селищ міського типу специфічних заходів з адаптації до зміни клімату, в тому числі до збільшення кількості і інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних явищ
Перегляд проектів облаштування зливних каналізаційних мереж у населених пунктах з метою адаптації до збільшення кількості і інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних явищ внаслідок зміни клімату
Розроблення і затвердження регіональних схем екомережі
Визначення специфічних заходів з адаптації до зміни клімату у сфері охорони здоров'я та в галузях (секторах) економіки з метою планування галузевих (секторальних) програм розвитку
<i>У сфері охорони здоров'я</i>
Визначення заходів з посилення профілактичної діяльності в умовах екстремальних гідрометеорологічних явищ, зокрема під час тривалих періодів сильної спеки
Забезпечення технічного переоснащення медичних закладів з врахуванням кліматичних умов, що змінюються
Розроблення методів протидії інфекційним, серцево-судинним, респіраторним захворюванням, що виникають внаслідок зміни клімату
<i>В агропромисловому секторі</i>
Ведення селекції у рослинництві з урахуванням зміни кліматичних умов
Забезпечення перегляду розподілу спеціалізованих зон насінництва у зв'язку зі зміною кліматичних умов
Запровадження оптимальних термінів основних технологічних заходів у рослинництві у зв'язку зі зміною кліматичних умов
Ведення селекції у тваринництві та птахівництві на підприємствах агропромислового комплексу з урахуванням зміни кліматичних умов
Ведення селекції у рибному господарстві з урахуванням зміни кліматичних умов
Забезпечення стимулювання широкого запровадження страхування ризиків у сільському господарстві
<i>У сфері використання земельних і лісових ресурсів</i>
Підготовка та затвердження комплексу заходів з боротьби із опустелюванням та деградацією земель, відтворення та підвищення родючості ґрунтів
Розроблення заходів з поліпшення стану та якісного складу лісів, посилення їх екологічних, економічних і соціальних функцій в умовах зміни клімату
<i>У сфері використання поверхневих водних ресурсів</i>
Розроблення заходів із протипаводкового захисту в умовах збільшення кількості і інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних явищ
Розроблення заходів з безпечної експлуатації гідротехнічних споруд в умовах збільшення кількості і інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних явищ
<i>У паливно-енергетичному комплексі</i>
Розроблення заходів із зміцнення інфраструктури поверхневих ліній передачі і розподілення енергії у зв'язку зі збільшенням кількості і інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних явищ
Розроблення заходів із забезпечення регулювання параметрів роботи об'єднаної енергетичної системи України у зв'язку зі збільшенням ймовірності аварійних ситуацій на енергогенеруючих підприємствах внаслідок збільшення частоти і

Продовження табл. 3.7
інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних явищ
<i>У транспортно-дорожній сфері</i>
Забезпечення розроблення і впровадження галузевих стандартів, технічних умов та будівельних норм з урахуванням чинника, пов'язаного зі зміною клімату
Розроблення заходів із забезпечення безпеки пасажирських перевезень і перевезень вантажів авіаційним, автомобільним, залізничним, морським, річковим, міським електричним транспортом в умовах збільшення кількості і інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних явищ
<i>У сфері будівництва</i>
Забезпечення розроблення і впровадження нових державних будівельних норм, методології проектування, будівництва та реконструкції об'єктів цивільного і промислового призначення, інженерно-транспортної інфраструктури з урахуванням чинника, пов'язаного зі зміною клімату

Зволікання з проведенням сучасних адаптаційних заходів, включаючи готовність до надзвичайних ситуацій, відгукнеться соціальними втратами (життя і здоров'я населення) та економічними збитками, масштаб яких має характер стратегічних ризиків розвитку країни та загрози національної безпеки [51].

Здатність адаптуватись у майбутньому до наслідків змін клімату залежить від майбутніх рівней економічного і технічного розвитку, місцевих умов навколишнього середовища і якості та доступності медико-санітарної допомоги, інфраструктури громадської охорони здоров'я. Великий вплив на здоров'я людей здійснюють соціальні, економічні, політичні, екологічні і технологічні фактори.

ВИСНОВКИ

1. Жаркі дні на півночі, заході і сході країни очікуються щорічно з травня по вересень, але в окремі роки вони можуть спостерігатись у квітні та жовтні; на півдні – щорічно з квітня по жовтень. Абсолютний максимум сумарної тривалості періодів з максимальною температурою вище 25 °С очікується у липні на ст. Клепінине і становитиме 1124 дні, за літній сезон – також на цій станції (2797 днів), а за весь рік – на ст. Ізмаїл (3569 днів); абсолютний мінімум і за сезон, і за рік – у Передкарпатті (ст. Коломия, відповідно 779 і 938 днів).

Найчастіше жаркі дні можливі на станціях Клепінине та Ізмаїл (майже 90% днів від загальної тривалості місяця); на станціях Пришиб, Красноармійськ, Нова Каховка – більше 80%. В окремі роки, зрозуміло, повторюваність може досягати і 100%, як на цих станціях, так і на інших. Зовсім рідко (з повторюваністю приблизно 8%) таке явище очікується у серпні у Закарпатті (ст. Ужгород).

Очікуваний просторовий розподіл кількості жарких днів середньої за літній сезон і рік характеризується збільшенням у напрямі з півночі на південь та з заходу на схід. Це зумовлено чинниками, які впливають на формування високих значень температури повітря – складовими теплового балансу, синоптичних процесів, підстильної поверхні тощо.

Спостерігається в цілому незначне збільшення у східній, центральній та південній Україні, а зниження – на півночі та заході.

Дні, коли середня добова температура перевищує 25 °С, очікуються на території країни в літні місяці, в основному у липні та серпні. Так на ст. Нова Каховка це відбуватиметься максимально часто (30,1% від всіх днів липня) і зовсім рідко на заході, північному заході і півночі країни (0,1-0,3%).

Загальна кількість таких днів за досліджуваний період коливатиметься у широких межах: від 18 днів (ст. Коломия) до 749 і 723 дні (ст. Красноармійськ і Нова Каховка відповідно).

Особливості розподілу характеристик кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С зберігаються і в окремі місяці, і в цілому за літо. Вони дуже повільно зростають із заходу, північного заходу і півночі до відповідної ізолінії, що проходить через Вінницьку, Київську, Чернігівську і Сумську області, а потім на південь і південний схід їх зростання прискорюється.

2. Динаміка кількості жарких днів в окремі місяці, суми за рік і за літо, а також кількості днів з середньою добовою температурою вище 25 °С свідчить про їх зростання за досліджуваний період.

3. Максимальні за добу температури повітря ≥ 30 °С будуть спостерігатись з травня по вересень (у травні на 67% від всіх станцій загальна тривалість їх від 1 до 10 днів за 40 років). Найбільша кількість періодів з високою температурою (155) на території країни за досліджуваний

інтервал очікується у серпні на ст. Ізмаїл, що у сумі складе 491 день. Максимальна безперервна тривалість таких періодів на різних станціях становитиме від 5 (Ковель, Ужгород, Коломия) до 18 (Нова Каховка, Ізмаїл, Клепінине) днів у липні і 6 (Ніжин) – 26 (Нова Красноармійськ) днів у серпні.

Суми загальної тривалості періодів з високою температурою за рік суттєво зростають з південного заходу і заходу (120 днів, Тернопіль) на південний схід (1151 день, Красноармійськ) і південь (1173 дні, Клепінине).

4. На станціях Пришиб, Красноармійськ, Нова Каховка, Ізмаїл і Клепінине періоди з високими температурами очікуються щорічно, на решті станцій періоди високих температур будуть спостерігатись менше 100%; періоди з середньою добовою температурою вище 25 °С будуть формуватись не кожного року: від 98% (ст. Красноармійськ) до 5% (ст. Коломия), утворюючи ризики для соціальної активності і діяльності населення країни.

5. Розрахунки соціальних ризиків показали, що найбільший ризик для країни являють собою періоди високих температур головним чином у Донецькій і Дніпропетровській областях (відповідно 58,1 тис. і 49,6 тис. чоловік), що зумовлено, окрім географічного положення їх, у більшій мірі чисельністю населення.

6. Всі області країни в тій або іншій мірі будуть економічно уразливими при формуванні періодів високих температур. Максимальних економічних збитків можуть зазнати Донецька та Дніпропетровська області від максимальних температур вище 30 °С відповідно 6,70 і 5,71 млн. грн.

Під час жари зростає кількість смертельних випадків переважно серед осіб похилого віку, що страждають на хронічні захворювання серцево-судинної системи, системи органів дихання, нервової системи та дітей. У майбутньому у всьому світі смертність через літню жару зростатиме (за сучасними розрахунками медиків з Британського міністерства охорони здоров'я і дослідницьких інститутів, до 2020 року на 66 %, а до 2050 року – на 257 %).

Для умов України, з її низькими показниками тривалості життя, прогностична оцінка кількості днів з «пороговими» температурами може бути дуже корисною при розробці профілактичних заходів, спрямованих на мінімізацію впливів факторів ризику смертності населення.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Врублевська О.О., Катеруша Г.П. Клімат України та прикладні аспекти його використання. Навчальний посібник. Одеса: «ТЕС», 2012. – 180 с.
2. Climate Change 2007 – The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change – Cambridge University Press, 2007. – 994 pp.
3. HadCRUT3 annual time series, Hadley Research Centre, 2008.
4. Hajat S, O'Connor M, Kosatsky T. Health effects of hot weather: from awareness of risk factors to effective health protection. *Lancet* 2010; 6: 375 (9717): 856–63.
5. Литвицкий П.Ф. Патофизиология. Т. 1. М.: ГЭОТАР-МЕД, 2003. – 752 с.
6. Keatinge WR et al. Increased platelet and red cell counts, blood viscosity, and plasma cholesterol level during heat stress, and mortality from coronary and cerebral thrombosis. *Am J Med* 1986, 81: 795–800.
7. O'Connor M, Kosatsky T. Systematic review: How efficacious and how practical are personal health protection measures recommended to reduce morbidity and mortality during heat episodes? For Ouranos (the Consortium on Regional Climatology and Adaptation to Climate Change) and the National Collaborating Centre for Environmental Health (NCCEH) 2008.
8. Page L, Hajat S, Kovats S. Suicide and Homicide in Hot Weather. 19th Conference of the International Society for Environmental Epidemiology. Mexico 2007: 365.
9. Ревич Б.А. и др. Воздействие высоких температур атмосферного воздуха на здоровье населения в Твери. *Гигиена и санитария*. 2005; 2: 20–4.
10. Новожилов Г.Н., Ломов О.П. Гигиеническая оценка микроклимата. – Л.: Медицина, 1987.
11. Губернский Ю.Д., Корневская Е.И. Гигиенические основы кондиционирования микроклимата жилых и общественных зданий. – М.: Медицина, 1978.
12. Stafoggia M, Forastiere F, Agostini D et al. Vulnerability to heat-related mortality: a multicity, population-based, case-crossover analysis. *Epidemiology* 2006; 17: 315–23.
13. Vandentorren S, Bretin P, Zeghnoun A et al. August 2003 heat wave in France: risk factors for death of elderly people living at home. *Eur J Public Health* 2006; 16: 583–91.
14. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://climate2008.igce.ru/v2008/pdf/resume_ob.pdf.
15. Ильясов Ш.А., Шабаетов О.Н. Изменение климата и здоровье населения. *Вестник КРСУ*, № 6. 2003.

16. Хайнес А., Коватс Р.С., Кемпбелл-Лендрум Д., Корвалан К. Изменение климата и здоровье человека — воздействия, уязвимость и адаптация [Текст] // Труды Всемирной конференции по изменению климата, Москва, 29 сентября-3 октября 2003 г., М.: Новости, 2004. — с. 307-322.
17. Ревич Б.А. Изменение здоровья населения России в условиях меняющегося климата. Проблемы прогнозирования, 2008- №3- С. 140-150.
18. INVS (Impact sanitaire de la vague de chaleur d'aout 2003 en France. Bilan et perspectives), 2003. Health impact of the heat wave in August 2003 in France. Institut de Veille Sanitaire, Saint-Maurice, 120 p.
19. Plan Canicule. Dossier de presentation. Ministere de la Sante et de la protection sociale, 2004. — 46 p.
20. Smoyer K. E. A comparative analysis of heat waves and associated mortality in St. Louis, Missouri — 1980 and 1995, Int. J. Biometeorol., 1998. No. 1, pp. 44-50.
21. Ревич Б.А. Волны жары, качество атмосферного воздуха и смертность населения европейской части России летом 2010 г.: результаты предварительной оценки // Экология человека. 2011. № 3.].
22. Ревич Б.А. Волны жары, качество атмосферного воздуха и смертность населения Европейской части России летом 2010 // Экология человека. 2011. № 7.
23. Ревич Б.А., Малеев В.В. Изменения климата и здоровье населения России: анализ ситуации и прогнозные оценки. — М.: ЛЕНАНД, 2010. С.208.
24. Medina-Ramon M., Zannobetti A., Cavanagh Dp., and Schwartz J. Modifiers of the effect of extreme temperatures on mortality: A multi-city case-only analysis // Int. Conf. on Environmental Epidemiology and Exposure, ISEE/ISEA (Paris, Sept. 2-6, 2006). — Paris, 2006. — P. 34-39.
25. Kalkstein L. S., Smoyer K. E. The impact of climate change on human health: Some international implications//Experiencia. 1993. № 49. P. 469-479.
26. McGeehin M. A., Mirabelli M. The potential impacts of climate variability and change on temperature-related morbidity and mortality in the United States//Environmental Health Perspectives. 2001. Vol. 109. Suppl. 2. P. 185—189.
27. Обиход А. Человек и жара: оптимизация взаимодействия «Зеркало недели. Украина» №26, 3 августа 2012.
28. Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Семутникова Е.Г. Климатические условия и качество атмосферного воздуха как факторы риска смертности населения Москвы в 2000-2006 гг. // Медицина труда и промышленная экология. 2009. — С. 29-35.
29. Diaz J, Lopez Santiago C (2003). Health impact of thermal extremes in Iberia: analysis and trends. cCASHh Workshop on Vulnerability to Thermal Stresses, 5–7 May, Freiburg, Germany.

30. Alberdi et al., 1998 Alberdi JC et al. (1998). Daily mortality in Madrid Community (Spain) 1986–1991: relationship with atmospheric variables. *European Journal of Epidemiology*, 14:571–578.
31. Diaz J et al. (2002). Heat waves in Madrid, 1986–1997: effects on the health of the elderly. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 75:163–170.
32. Ревич Б.А., Шапошников Д.А. Климатические условия, качество атмосферного воздуха и смертность населения Москвы в 2000-2006 гг. // Климат, качество атмосферного воздуха и здоровье москвичей / Под ред. Б.А.Ревича. – М., 2006. С. 102-141.
33. База данных «Здоровье для всех» Европейского бюро ВОЗ в [Периоды сильной жары: угрозы и ответные меры. Серия «Здоровье и глобальное изменение окружающей среды» №2. ВОЗ. 2005. – С.122.
34. Клімат України / За ред. В.М. Липінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. – Київ: Вид. Раєвського, 2003. – 343 с.
35. Smoyer K. E. A comparative analysis of heat waves and associated mortality in St. Louis, Missouri — 1980 and 1995, *Int. J. Biometeorol.*, 1998. No. 1, pp. 44-50.
36. Chang C.C., Wang Y.C., Wu J., Liu C.M., Sung F.C., Huang Y., Lin W.Y. and Chuang C.Y. The impact of climate change on gastrointestinal diseases in Taiwan. *Int. Conf. on Environmental Epidemiology and Exposure, ISEE/ISEA, Paris, 2006, Sept. 2-6. P. 406.*
37. Катеруша Г.П., Катеруша О.В. Наслідки змін клімату для здоров'я людей // Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України. За ред. Степаненка С.М., Польового А.М. – Одеса «ТЕС», 2015. – С.202-256.
37. http://uhmi.org.ua/pub/np/262/Shevchenko_262.pdf
38. Степаненко С.М. Динаміка та моделювання клімату. – Одеса: «Екологія», 2013. – 204 с.
39. Nakicenovic N. and R. Swart (eds.) (2000). *IPCC Special report on emission scenarios* Cambridge University Press, UK. pp 570 (<http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/emission/index.php?idp=0>).
40. Goosse H., Barriat P.Y., Lefebvre W., Loutre M.F. and Zunz V. (2009). *Introduction to climate dynamics and climate modeling*. NOAA-CIRES Clim. Diag. Cent. Boulder, Colorado.
41. Meehl, G.A., T.F. Stocker, W.D. Collins, P. Friedlingstein, A.T. Gaye, J.M. Gregory, A. Kitoh, R. Knutti, J.M. Murphy, A. Noda, S.C.B. Raper, I.G. Watterson, A.J. Weaver and Z.-C. Zhao (2007). *Global Climate Projections*. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. (www.ipcc.ch).

42. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, R.B. Alley, T. Berntsen, N.L. Bindoff, Z. Chen, A. Chidthaisong, J.M. Gregory, G.C. Hegerl, M. Heimann, B. Hewitson, B.J. Hoskins, F. Joos, J. Jouzel, V. Kattsov, U. Lohmann, T. Matsuno, M. Molina, N. Nicholls, J. Overpeck, G. Raga, V. Ramaswamy, J. Ren, M. Rusticucci, R. Somerville, T.F. Stocker, P. Whetton, R.A. Wood and D. Wratt, 2007: Technical Summary. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
43. Trenberth, K.E., P.D. Jones, P. Ambenje, R. Bojariu, D. Easterling, A. Klein Tank, D. Parker, F. Rahimzadeh, J.A. Renwick, M. Rusticucci, B. Soden and P. Zhai, 2007: Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. - Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
44. Клименко А. В., Клименко В. В. Виновато ли человечество в глобальном изменении климата? // Россия в окружающем мире: 1998 (Аналитический ежегодник). М.: Изд_во МНЭПУ, 1998. С. 53—66.
45. Гюингла Р.М., Маскаренхас А. Управление в условиях климатических рисков на западе Южной Америки: осуществление успешной информационной системы // Бюллетень ВМО. Женева : Секретариат ВМО, 2009. Т. 58, № 3. С. 188–196.
46. Кобышева Н.В., Галюк Л.П., Панфутова Ю.А. Методика расчета социального и экономического рисков, создаваемых опасными явлениями погоды // Труды ГГО. 2008. Вып. 558. С. 162–171.
47. Иванов Б.С. Оценка экологичности как мера предупреждения загрязнения окружающей среды. / Иванов Б.С., Старовойтов В.В., Дрейр Г.В. // Экология и промышленность России. – 2001. – ноябрь – с.32
48. Кобышева Н.В., Кобышев Е.А. Районирование территории России по степени опасности смерчей // Природные опасности России. Т. 5 : Гидрометеорологические опасности, 2001. С. 165 – 167.
49. Волкова М.А., Чередыко О.А., Ивашкова О.А. Особенности формирования и социально-экономические последствия температурных рисков в Томской области // Вестник Томского университета. 2013. № 374. С. 180-187.
50. Плущевский М.Б. Экспресс-оценка экологической безопасности предприятия. / Плущевский М.Б. // Экология и промышленность России. – 2002. – июнь – с.33

51. Трофимова И.В., Шмурдак А.Л. Деятельность по адаптации к изменению климата в Украине. Разработка Национального плана Украины по адаптации к изменению климата: проблемы и пути их решения. Тезисы к выступлению на Пятой встрече рабочей группы проекта «Снижение уязвимости к экстремальным наводнениям и изменениям климата в бассейне реки Днестр». Кишинёв, 7 июня 2012 г.