

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА
ШЕВЧЕНКА
ГЕОГРАФІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА МЕТЕОРОЛОГІЇ ТА КЛІМАТОЛОГІЇ

На правах рукопису

УДК 551.581(477)

ТЕМПЕРАТУРА ПОВІТРЯ ТА ТЕРМІЧНА КОНТИНЕНТАЛЬНІСТЬ
КЛІМАТУ УКРАЇНИ

Галузь знань *10 – Природничі науки*

Спеціальність *103 – Науки про Землю*

Освітня програма *Метеорологія*

Кваліфікаційна робота бакалавра
студента 4 курсу
освітнього рівня бакалавр
Задорожнього Олександра Андрійовича

Науковий керівник:
кандидат географічних наук, доцент
Затула Василь Іванович

Допустити до захисту:

Завідувач кафедри метеорології та кліматології, проф.Сергій СНІЖКО

«__»_____ 2025 р.

КИЇВ – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ	
ПОВІТРЯ ТА ТЕРМІЧНОЇ КОНТИНЕНТАЛЬНОСТІ КЛІМАТУ УКРАЇНИ	
1.1. Визначення континентальності клімату	6
1.2. Вплив континентальності на людську діяльність.....	8
1.3. Загальні закономірності континентальності в Європі та її прояви в Україні	14
1.4. Добова амплітуда температури як показник континентальності	23
1.5. Океанічний вплив та зміни континентальності на узбережжях України .	24
1.6. Методи обчислення індексів континентальності	25
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	27
2.1. Обґрунтування вибору території дослідження	27
2.2. Вихідні кліматичні дані.....	28
2.3. Методика розрахунку індексу континентальності	30
2.4. Програмне забезпечення та обробка даних.....	31
РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ КОНТИНЕНТАЛЬНОСТІ КЛІМАТУ УКРАЇНИ .	34
3.1. Кореляція наземних і супутникових даних.....	34
3.2. Просторові особливості температурного режиму в Україні (1991-2020) .	35
3.3. Амплітуда сезонних температур: просторові закономірності	37
3.4. Термічна континентальність клімату за Горчинським (1920).....	39
3.5. Залежність індексу термічної континентальності Горчинського (1920) від географічної широти та довготи.....	42
3.6. Залежність індексу термічної континентальності Горчинського (1920) від річної амплітуди температур	45
3.7. Кластерний аналіз міст України за параметром континентальності клімату	47
3.8. Індекс Північно-Атлантичного коливання (NAO) та його вплив на індекс континентальності $K_{Гр}$ в Україні	48
3.9. Динаміка змін індексу континентальності в Україні	51
ВИСНОВКИ.....	62

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	65
---------------------------------	----

ВСТУП

Актуальність теми. Україна розташована на межі впливу континентальних і океанічних повітряних мас, що зумовлює значну просторову мінливість континентальності її клімату. Зміни температурних амплітуд, які лежать в основі індексів термічної континентальності, мають прямий вплив на сільське господарство, водні ресурси, енергетичну галузь та здоров'я населення. Водночас, недостатньо вивченими залишаються питання зміни континентальності клімату України в новітній період, просторові закономірності цього явища, його залежність від географічних чинників та атмосферних коливань, зокрема Північноатлантичного коливання (NAO). Отже, актуальність дослідження полягає у необхідності комплексного аналізу температурного режиму України за останні десятиліття з метою оцінки просторових і часових змін термічної континентальності клімату.

Мета дослідження – встановити просторово-часові особливості термічної континентальності клімату України на основі аналізу температури повітря за період 1991–2020 рр. із застосуванням індексу Горчинського (1920) та сучасних статистичних і картографічних методів.

Завдання дослідження:

- Опрацювати теоретичні засади поняття континентальності клімату, її проявів на території України та методів її кількісного вимірювання.
- Зібрати, систематизувати та підготувати для аналізу дані про температуру повітря з 27 міст України за період 1991–2020 рр.
- Провести розрахунки індексу термічної континентальності за Горчинським (1920) для всіх досліджуваних точок.
- Проаналізувати просторову структуру температурного режиму, сезонних амплітуд та термічної континентальності клімату України.
- Визначити залежності індексу континентальності від широти, довготи, річної амплітуди температур повітря, а також від індексу NAO.

- Провести кластерний аналіз міст України за значеннями індексу континентальності та виявити регіональні групи з подібними характеристиками.
- Оцінити динаміку змін індексу континентальності на території України в останні три десятиліття (1991-2020 рр.).

Об'єкт дослідження – температура повітря та термічна континентальність клімату України.

Предмет дослідження – рівень термічної континентальності клімату України за індексом Горчинського (1920), його просторові та часові закономірності, взаємозв'язки з географічними координатами, річною амплітудою температур та атмосферними циркуляційними індексами.

Методологічна основа дослідження. Теоретико-методологічну базу роботи становлять праці українських і зарубіжних науковців, присвячені термічній континентальності. Основними методами дослідження є: статистичний аналіз температурних даних (розрахунків середніх, амплітуд, кореляцій), графічна візуалізація в середовищі Excel, картографування та кластерний аналіз в середовищі R, а також елементи геоінформаційного аналізу. Для дослідження використано дані температури з кліматичної бази NASA POWER, індексу NAO – з ресурсу NOAA, а також дані наземних спостережень з Укргідрометцентру з метою перевірки точності супутникових даних.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, 3 розділів, що містять 6 підрозділів у першому, 4 у другому та 9 у третьому розділі. Роботу доповнено ілюстраціями у вигляді 12 рисунків та 7 таблиць, що відображають просторову структуру температурного режиму, індексу континентальності та інше. Список використаних джерел нараховує 30 позицій. Загальний обсяг роботи становить 68 сторінок.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ ТА ТЕРМІЧНОЇ КОНТИНЕНТАЛЬНОСТІ КЛІМАТУ УКРАЇНИ

1.1. Визначення континентальності клімату

Формування кліматичних умов на Землі зумовлене не лише процесами, що відбуваються в атмосфері, а й тісною взаємодією між океаном і суходолом. Ігнорування цієї взаємодії призводить до спрощеного розуміння глобальної кліматичної системи, яка, за сучасними уявленнями, є результатом функціонування складної взаємодії атмосфери, гідросфери, літосфери та біосфери під впливом сонячної радіації, а також гравітаційних і магнітних взаємозв'язків між планетарними тілами.

Світовий океан, що покриває приблизно 70% земної поверхні, відіграє провідну роль у регулюванні кліматичних процесів. Завдяки здатності акумулювати значні об'єми теплової енергії, він впливає на розподіл температури як у прибережних зонах, так і у віддалених регіонах, здійснюючи перерозподіл тепла через систему океанічних течій. Водночас, взаємодія океану з атмосферою реалізується через обмін масою, теплом і енергією, що безпосередньо впливає на температурні та вологісні режими на континентах.

Як зазначається у публікації Українського гідрометеорологічного центру [11], в умовах зменшення впливу Світового океану на певну територію зростає роль континентальних факторів у формуванні клімату. Зокрема, це проявляється у збільшенні сезонних амплітуд температур, зниженні відносної вологості повітря, нестійкому характері опадів та загостренні кліматичних екстремумів. Ці ознаки є характерними для так званого континентального типу клімату, який, на відміну від океанічного, формується за умов переважного впливу суходолу.

Таким чином, розуміння сутності континентальності клімату потребує урахування глобальних геофізичних зв'язків і є надзвичайно важливим як для

наукового аналізу кліматичних процесів, так і для оцінки їхнього впливу на природне середовище та діяльність людини [11].

Ці процеси мають безпосередній вплив на клімат України, зумовлюючи його просторову диференціацію та визначаючи основні риси температурного режиму. Однією з ключових характеристик клімату є його континентальність - показник, який відображає ступінь впливу океанічних масивів або суходолу на кліматичні умови тієї чи іншої території.

Континентальність формується під впливом комплексу кліматичних елементів, серед яких особливо важливими є температура повітря, кількість та режим опадів, інтенсивність сонячної радіації, хмарність та інші метеорологічні характеристики. Розподіл цих елементів, у свою чергу, визначається низкою географічних чинників - широтою місцевості, віддаленістю від океану, висотою над рівнем моря, орографією території та особливостями атмосферної циркуляції.

Як зазначено у виданні *Geografie – sborník České geografické společnosti* (2009), основні риси континентального клімату полягають у значній річній амплітуді температур (понад 15,6 °C), помірній загальній кількості опадів, максимум яких зазвичай припадає на літній період унаслідок переважаючого конвективного типу випадіння. Такі характеристики спостерігаються у внутрішніх частинах материків, де вплив океанічного повітря є слабким або переривчастим.

У науковій практиці існує кілька підходів до створення кількісного індексу континентальності, який дозволив би узагальнено охарактеризувати клімат певної території. Проте складність полягає в тому, що континентальність охоплює низку взаємопов'язаних параметрів, багато з яких важко піддаються точному кількісному вираженню. З цієї причини більшість індексів є спрощеними і базуються переважно на термічних показниках, зокрема на середніх температурах січня, липня та річній амплітуді. Саме термічна (температурна) континентальність найчастіше використовується в наукових

дослідженнях, оскільки дозволяє порівнювати території за відносно універсальними критеріями [17].

Як зазначає Затула В. І. та Затула Н. І. із посиланням на Колісника П. І., порівняно з приокеанічними регіонами, кліматичні умови материкових територій характеризуються низкою специфічних ознак. Зокрема, на суходолі чіткіше виражена сезонна мінливість: перехідні періоди між літом і зимою коротші, спостерігається зменшення частоти проходження циклонів, натомість зростають річні й добові амплітуди температур, а також міждобові коливання. В умовах посиленої інсоляції, особливо в літній період, підвищується сухість повітря та зменшується хмарність. Крім того, опади стають менш регулярними й менш рясними, а швидкість вітру, як правило, знижується.

Ці зміни є прямим наслідком зменшення впливу океанічних повітряних мас і посилення дії континентальних кліматоутворювальних чинників. Згідно з дослідженнями українських авторів, ступінь континентальності зростає в напрямку від морських узбереж до центральних і східних частин материка, де просторові кліматичні контрасти набувають більшої виразності [4,3,22].

1.2. Вплив континентальності на людську діяльність

У контексті сучасних кліматичних змін, зумовлених глобальним потеплінням, очікуються суттєві трансформації в різних природних підсистемах Землі. Згідно з висновками Міжурядової групи експертів з питань зміни клімату (МГЕЗК), уже зараз фіксуються істотні кліматичні зрушення, що мають безпосередній вплив на екологічну стабільність, економічну безпеку та соціальні умови життя населення в різних регіонах світу.

Ці зміни, зокрема, впливають на території з високим ступенем континентальності, де сезонні й добові контрасти температур особливо виражені. Континентальний клімат з притаманними йому екстремальними температурними умовами, нестабільністю опадів та підвищеною посушливістю

значною мірою зумовлює характер аграрної діяльності, структуру енергоспоживання, доступ до водних ресурсів та загальні умови проживання населення. У межах таких територій природні коливання часто посилюються антропогенними чинниками, що, у свою чергу, створює додаткові ризики для сталого розвитку.

Як наголошується у звітах МГЕЗК, за подальшого посилення глобальних змін клімату з великою ймовірністю спостерігатиметься зрушення кліматичних зон, частіша поява небезпечних погодних явищ, зниження врожайності сільськогосподарських культур, а також зростання навантаження на водогосподарські та енергетичні системи [12,13].

Дослідження кліматичних тенденцій у Європі свідчать про істотні просторові та часові відмінності в розвитку посушливих процесів. Як показано у низці праць, присвячених аналізу вологості ґрунтів, опадів та біопродуктивності, у другій половині ХХ століття площа територій, уражених посухами, помітно зростає. У наступному десятилітті зафіксовано певне скорочення ареалів посухи, проте південні регіони Європи, зокрема середземноморські країни, продемонстрували стабільну тенденцію до посилення посушливості.

Особливо чутливими до цих змін виявилися аграрні екосистеми, що забезпечують традиційні для регіону культури. За даними спостережень, урожайність пшениці, оливок, а також винограду демонструє зростаючу міжрічну мінливість, яка чітко корелює з температурним і опадовим режимами. Сезонна нестабільність клімату негативно позначається на аграрному виробництві, спричиняючи зниження загальної біологічної продуктивності екосистем та економічних втрат у регіонах із високим ступенем континентальності [14,28,20].

Схожі кліматичні тенденції, пов'язані з посиленням посушливості, спостерігаються і на півдні України. За даними багаторічних спостережень, останнє десятиліття виявилось найпосушливішим за весь період метеорологічних вимірювань. Особливо виражені прояви посух фіксувалися у 2016, 2017 та 2020 роках, що супроводжувалося дефіцитом опадів у весняно-

літній період, зростанням середньодобових температур та зниженням вологості повітря. Подібні аномалії значною мірою вплинули на сільськогосподарське виробництво, особливо в регіонах степової зони, де водні ресурси обмежені, а континентальні кліматичні риси найбільш виражені.

Останні тенденції зміни клімату в південному регіоні України вже призвели до помітних наслідків для екосистем, економіки та здоров'я населення. Згідно з даними багаторічного моніторингу, у період з кінця XIX до початку XXI століття середньорічна температура в цьому регіоні зросла на 1,1 °C з можливою похибкою в 0,3 °C за століття, причому основне потепління припадає на зимовий період. Крім того, зафіксовано помірне збільшення кількості опадів - до 10% за столітній період. Водночас варто зазначити, що в останні 30 років інтенсивність кліматичних змін суттєво зросла.

Регіональні особливості прояву кліматичних змін розглядаються дослідниками як одна з головних причин частішої появи погодних аномалій. Серед потенційно негативних наслідків - трансформація структури степових фітоценозів, підвищення рівня Чорного та Азовського морів, порушення водного режиму дельт річок, зменшення стоку в басейнах Південного Бугу, Дніпра та Дністра, а також зростання частоти й інтенсивності екстремальних погодних явищ.

Також виявлено збільшення тривалості вегетаційного періоду, зумовлене більш раннім настанням температури +10 °C навесні та її стійким збереженням восени. Індекс NDVI, що відображає біомасу рослинності, демонстрував позитивну динаміку з 1980-х років, однак з початку 2000-х темпи його зростання сповільнилися, а в окремих районах фіксується навіть зниження цього показника.

Зміна температурного режиму, особливо в контексті збільшення частоти надзвичайно спекотних днів, зумовила певні зрушення в біокліматичних умовах для людини. Зимовий період став теплішим і комфортнішим, тоді як влітку частіше спостерігаються теплові хвилі. Попри скорочення чисельності населення південного регіону, тривалість життя зростає, що може вказувати на

загальне покращення життєвих умов. Водночас збільшується поширеність респіраторних захворювань, які мають екологічну чутливість та демонструють стабільну тенденцію до зростання, ймовірно частково внаслідок кліматичних змін [29].

Моделювання просторових відмінностей кліматичних показників залежно від географічного положення (широти, довготи) та висоти місцевості над рівнем моря дало змогу детальніше проаналізувати взаємозв'язок між кліматичними умовами та формуванням рослинного покриву. У результаті дослідження було встановлено, що просторове поширення рослинних угруповань, відповідно до геоботанічного районування, найточніше корелює з такими кліматичними параметрами: температура повітря в січні, липні та серпні; місячна кількість опадів у літньо-осінній період (особливо червень–вересень); тривалість безморозного періоду; а також гідротермічний коефіцієнт Селянінова.

Визначена закономірність вказує на те, що зі зростанням середньомісячної температури влітку та одночасним зменшенням кількості опадів у теплий період року, погіршуються умови кліматичної водозабезпеченості. При цьому показники теплозабезпеченості - такі як тривалість активного вегетаційного періоду, сума температур за цей період та середньорічна температура - навпаки, зростають. Згадана закономірність має характер просторового градієнта, що простягається від Українських Карпат до південного узбережжя Кримського півострова.

Окремі роки початку XXI століття характеризувалися формуванням кліматичних умов у лісовій і лісостеповій зонах, які були подібні до тих, що зазвичай властиві степовим районам. Це свідчить про поступову зміну кліматичного режиму в напрямку континенталізації та посилення впливу теплових аномалій на природну рослинність [26].

Згідно з класифікацією кліматів Кеппена, на території України представлено щонайменше сім підтипів клімату, які традиційно об'єднують у чотири основні кліматичні зони: континентальну (тип D), помірну (тип C), суху (тип B) та полярну (тип E). Найбільшу площу займає зона континентального

клімату, яка охоплює переважну частину території країни, характеризується чітко вираженою сезонністю, значною амплітудою температур та нерівномірним розподілом опадів.

Втім, спостереження за останні десятиліття свідчать про поступову трансформацію кліматичних меж: площа континентальної зони має тенденцію до скорочення, поступаючи територіями, які поступово переходять у межі помірного або сухого клімату. Ці зони нині переважно зосереджені у південних регіонах країни, де спостерігається збільшення посушливості та зростання середньорічної температури.

Полярний клімат в Україні є рідкісним явищем і зустрічається виключно у високогір'ї Українських Карпат, на найвищих вершинах, де середньорічні температури залишаються близькими до нульових значень або нижчими. Зміщення кліматичних зон у результаті змін клімату здатне призвести до довготривалих трансформацій природного середовища, зокрема біотичних спільнот і режиму водних ресурсів. Окрім того, ці процеси потенційно можуть стати каталізатором значущих соціально-економічних наслідків для населення України [27].

За результатами сучасних кліматичних моделей, у найближчі десятиліття слід очікувати істотних змін у режимі опадів на більшості територій України. Прогнозується, що до 2050 року річна кількість опадів зростатиме в більшості регіонів, за винятком південних областей. Найвищі показники опадів прогноуються для західної частини країни, тоді як південні регіони та Автономна Республіка Крим залишаються в зоні ризику посух, що й надалі може поглиблювати їхню екологічну вразливість.

Зі зростанням середньорічних температур загалом в Україні прогнозується незначне збільшення загальної кількості посух, але водночас зростатиме частка сильних і екстремальних посушливих періодів. Зокрема, кількість днів із середньодобовою температурою вище 25 °C помітно збільшиться по всій території України, охоплюючи період від квітня до жовтня, з максимумом у травні–вересні. Рівень теплового навантаження на населення, особливо на літніх

людей та осіб із хронічними захворюваннями, зростатиме, що тягне за собою зростання ризиків для громадського здоров'я.

Поряд із цим, очікуване підвищення температур у холодний період року може мати позитивні економічні наслідки, зокрема через скорочення тривалості опалювального сезону та зменшення витрат на паливо. Водночас виявлена тенденція до зниження надходження сонячної радіації в Україні потребує врахування при стратегічному плануванні розвитку геліоенергетики.

У контексті зміни клімату спостерігається й зростання швидкостей вітру - в середньому на 0,5 м/с у більшості регіонів України, окрім східного. Найбільш виражене збільшення швидкості вітру очікується на півдні, де воно може сягнути 0,5–1,0 м/с упродовж року.

Крім того, варто очікувати суттєвих змін в агрокліматичних умовах. Потепління супроводжується зміщенням термінів початку й завершення вегетаційного періоду, збільшенням його тривалості, зменшенням кількості заморозків, а також підвищенням сум активних температур. Розрахунки моделювання продукційного процесу свідчать про те, що врожайність основних сільськогосподарських культур - озимої пшениці, ярого ячменю, кукурудзи, проса, соняшнику, картоплі, винограду та цукрового буряку - значно змінюватиметься залежно від регіону та нових температурно-вологісних умов.

Очікується, що кліматичні пояси України зсуватимуться в північному напрямку, і, зокрема, умови південного степу набуватимуть ознак субтропічного клімату. Це передбачає не лише зміни у структурі природної рослинності, а й у спектрі сільськогосподарських культур, які можуть бути ефективно вирощені в тих чи інших регіонах. Зміни у водному балансі також матимуть просторову специфіку: на півночі країни прогнозується зростання водних ресурсів, тоді як у південних регіонах, особливо в Одеській області, їх обсяг може скоротитись до 60%, що становитиме загрозу водній безпеці.

Оцінка зазначених змін була здійснена на основі сценарних даних і результатів моделювання «клімат–стік», які лягли в основу кількісного аналізу кліматичних загроз для економічного розвитку країни. Як зазначено в монографії

С. М. Степаненка, А. М. Польового та Н. С. Лободи, ефективного врахування впливу кліматичних змін у процесах економічного планування потребує використання сучасних моделей, здатних не лише адекватно відображати поточні зміни, але й слугувати основою для прийняття стратегічно обґрунтованих рішень [7].

1.3. Загальні закономірності континентальності в Європі та її прояви в Україні

Оскільки Україна розташована в європейській частині материка Євразія, її кліматичні особливості тісно пов'язані із загальноєвропейськими кліматоутворювальними процесами. Географічне положення країни зумовлює її участь у континентально-океанічному кліматичному переході, характерному для Центральної та Східної Європи.

Європа, що займає площу близько 10 мільйонів квадратних кілометрів, переважно розташована в межах помірного кліматичного поясу, за винятком крайніх північних районів (субарктичний пояс) та південних (субтропічний пояс). Кліматичне різноманіття континенту визначається поєднанням кількох чинників: географічною широтою, рельєфом, близькістю до океану, характером атмосферної циркуляції та впливом теплих течій, зокрема Північноатлантичної.

Західна Європа зазнає сильного океанічного впливу, що забезпечує м'які зими, вологу погоду та невеликі сезонні коливання температур. Натомість зі зміщенням на схід континентальні риси клімату посилюються: збільшується амплітуда температур між зимою та літом, зростає частота посушливих періодів, зменшується загальна кількість опадів.

Україна, як держава, розташована на схід від Атлантичного океану, перебуває в умовах зменшеного впливу океанічних повітряних мас. Це визначає посилення континентальних ознак клімату в напрямку з заходу на схід та з півночі на південний схід країни. Водночас у формуванні клімату України

істотну роль відіграє система навколишніх морів - Чорного та Азовського, а також особливості циркуляції повітряних мас, що пов'язана з діяльністю Ісландського мінімуму, Сибірського антициклону та Азорського максимуму.

Периферійне положення України в межах Європи робить її чутливою до глобальних змін клімату, а також до регіональних трансформацій кліматичних поясів, які виникають унаслідок зміщення атмосферних фронтів і зміни теплового балансу внаслідок потепління [25,10].

Розташування Європи здебільшого в межах помірною кліматичного поясу північної півкулі, зумовлює переважання західного перенесення повітряних мас. Ключовим кліматоутворювальним фактором у регіоні виступає Північноатлантична течія (Гольфстрім) - потужна тепла океанічна течія, яка транспортує значні об'єми тепла з тропічних широт Атлантичного океану до узбережжя Західної Європи. Її вплив суттєво пом'якшує клімат регіону, забезпечуючи порівняно теплі зими та помірно вологе літо.

Саме завдяки Гольфстріму клімат Європи є м'якшим порівняно з іншими регіонами світу, розташованими на аналогічних широтах, зокрема в Північній Америці чи Азії. Океанічний вплив особливо відчутний на заході та північному заході континенту, тоді як зі зміщенням на схід поступово домінують континентальні риси клімату - зменшення кількості опадів, зростання сезонної температурної амплітуди та зниження середньої зимової температури [9].

Таким чином, хоча Атлантичний океан впливає на клімат як Європи загалом, так і України зокрема, цей вплив виявляється просторово нерівномірно, послаблюючись у напрямку від західних до східних територій.

Континентальність клімату розглядається як одна з його ключових характеристик, що відображає співвідношення океанічного та континентального впливу на термічні й вологісні режими території. Для її оцінки найчастіше використовують річну амплітуду температури повітря, яка є показником теплової контрастності між зимовим та літнім періодами, а формування амплітуди температур залежить від особливостей теплообміну, адвекції повітряних мас, близькості до океану, рельєфу та широтного положення.

Віддаленість території від великих водних мас, таких як моря й океани, вважається одним із провідних чинників, що зумовлюють ступінь континентальності клімату. Таким чином Затула В. І. та Затула Н. І. підтверджують раніше представленні твердження щодо чинників, що впливають на рівень континентальності певної території [4].

Кліматична структура Європи загалом формується в межах помірного поясу північної півкулі, де спостерігається значне різноманіття регіональних типів клімату. Україна, розташована в центральній-східній частині континенту, належить до просторової мережі європейських кліматичних зон, де континентальні риси посилюються у напрямку із заходу на схід.

За класифікацією Кеппена, значна частина Західної Європи охоплена океанічним кліматом (тип Cfb), що характеризується помірно теплим літом, м'якою зимою та значною кількістю опадів, рівномірно розподілених протягом року. Такий клімат зумовлений постійним впливом Атлантичного океану, зокрема перенесенням вологого повітря західного походження.

Південна Європа, зокрема країни Середземноморського басейну, перебуває під впливом середземноморського клімату (тип Csa, Csb), де панують спекотне посушливе літо та м'яка волога зима. У цьому регіоні літо зазвичай супроводжується значним дефіцитом опадів, а головні обсяги атмосферної вологи припадають на період з жовтня по лютий. Сезонні контрасти у поєднанні з великою кількістю сонячних днів сприяють формуванню специфічних природних умов, зокрема щодо водозабезпечення та землекористування.

Центральна та Східна Європа, включаючи Україну, належать до зони вологого континентального клімату (тип Dfb, частково Dfa), який відзначається жарким або теплим літом і холодною зимою з помітною сезонною амплітудою температур. Цей тип клімату є типовим для внутрішніх частин континенту, де океанічний вплив слабшає.

Унікальним прикладом є південно-східне узбережжя Іспанії, де спостерігається локальний прояв посушливого (пустельного) клімату (тип BWh), що є рідкісним для європейського континенту. Така аридність зумовлена

поєднанням орографічної ізоляції та субтропічного впливу, який посилюється на фоні глобального потепління [27].

Рельєф України, що здебільшого представлений рівнинною поверхнею, відіграє важливу роль у формуванні кліматичних умов. Просторово-географічна відкритість території, зокрема з півночі та сходу, де відсутні значні орографічні перешкоди (такі як високі гірські системи чи великі водні акваторії), сприяє вільному проникненню та поширенню повітряних мас різного походження. Така відкритість є важливим фактором у циркуляційній діяльності атмосфери над територією України.

Особливо помітним це є в зимовий період, коли країна потрапляє під вплив Сибірського антициклону - потужного континентального утворення з центром над Північно-Східною Азією. Проникаючи на територію України, він зумовлює встановлення холодної, переважно безхмарної погоди зі стійкими морозами та низькою вологістю. Такі синоптичні ситуації зумовлюють різке зростання термічної континентальності в зимовий період.

Ще у своїй класичній праці початку ХХ століття польський дослідник В. Горчинський зазначав, що східноєвропейські рівнинні простори, включаючи територію України, характеризуються відкритістю до впливу континентальних мас, що відрізняє їх від регіонів з орографічним бар'єром, які мають більш стабільний та поміркований клімат [19].

У регіонах із складним рельєфом, зокрема в межах Українських Карпат і Кримських гір, спостерігається чітка вертикальна диференціація кліматичних умов. В межах відносно невеликих за площею територій можуть одночасно існувати кілька типів клімату, що пов'язано з підніманням повітряних мас по схилах, змінами атмосферного тиску та температури з висотою.

У гірських районах, відповідно до закономірностей вертикальної кліматичної поясності, зі збільшенням висоти знижується температура повітря, зростає кількість опадів (до певного рівня), а також змінюються напрямки панівних вітрів. Унаслідок цього один і той самий гірський масив може включати три відмінні кліматичні зони: біля підніжжя переважають риси помірно-

континентального клімату, в середній частині - прохолоднішого вологого, а на вершинах - холодного або навіть субальпійського клімату.

Ще на початку ХХ століття Горчинський у своїх працях звертав увагу на той факт, що складна вертикальна структура клімату в гірських районах створює умови для співіснування різних форм континентальності на різних висотах. Такий підхід дав змогу глибше проаналізувати вплив висоти над рівнем моря на зміну континентальних кліматичних ознак [18].

Аналіз історичних метеорологічних даних дозволяє виявити просторово-часові закономірності зміни температурного режиму на території України впродовж останніх двох століть. Початок регулярних спостережень за приземною температурою повітря припадає на 1808 рік, коли було організовано метеоспостереження на 11 станціях. Із 1821–1825 років кількість таких станцій зросла, що дало змогу сформувати повноцінні температурні ряди. Для забезпечення достовірності статистичного аналізу розрахунки трендів були проведені за період 1824–2021 рр., і середній лінійний тренд склав $+0,78\text{ }^{\circ}\text{C}/100$ років.

У ХХ–ХХІ століттях температурна динаміка стала ще помітнішою. У період з 1900 по 2021 рік середньорічна температура повітря в Україні становила близько $8,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, однак у період 1991–2020 рр. цей показник зріс до приблизно $9,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Температурний тренд для цього новітнього періоду становить уже $+1,31\text{ }^{\circ}\text{C}/100$ років з можливою похибкою в $0,42\text{ }^{\circ}\text{C}$, що свідчить про посилення кліматичного потепління. Останні три десятиліття демонструють ще виразнішу тенденцію: $+0,79\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ років з можливою похибкою в $0,08\text{ }^{\circ}\text{C}$.

У регіональному вимірі найінтенсивніше зростання температури зафіксовано в північних, північно-західних, східних регіонах, а також у Вінницькій та Запорізькій областях - до $+2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 1900–2021 рр. Натомість у південному заході та в Передкарпатті зміни є менш вираженими - на рівні $+1,0$ – $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. У міжрічному розрізі до найхолодніших років належать 1933, 1956, 1976, 1985 і 1987, тоді як найбільш теплі роки - 2007, 2015, 2019 і 2020.

Аналіз сезонної температурної динаміки свідчить про значніше потепління у холодний період року: зростання середньомісячної температури з жовтня по березень коливається від $+0,7$ до $+2,0$ °C/100 років, тоді як у теплі місяці - від $+1,0$ до $+1,9$ °C/100 років. Стандартний кліматологічний період 1991–2020 рр. засвідчив додатковий приріст температури на $+0,5$ – $1,3$ °C/10 років. Єдиним місяцем, який продемонстрував незначне зниження температури, є січень ($-0,1$ °C/10 років).

Амплітуда температури, як індикатор сезонності клімату, у середньому становила $12,7$ °C у 1900–2021 рр. та $12,5$ °C у 1991–2020 рр. Загальна тенденція - поступове зменшення річної амплітуди ($-0,5$ °C/100 років), що пояснюється більш інтенсивним потеплінням у холодний період року. Водночас у 1991–2020 рр. спостерігався майже нульовий тренд ($-0,001$ °C/10 років), що свідчить про компенсацію впливів за рахунок підвищення температур у літні місяці.

У межах оцінки ступеня континентальності клімату України використано індекс Johansson–Ringleb, значення якого для періоду 1900–2021 рр. становило $59,3 \pm 3,7$, а для 1991–2020 рр. - $59,0 \pm 3,4$. Загальна довгострокова тенденція демонструє незначне зниження континентальності на рівні $-0,4$ %/100 років. Водночас за останні 30 років виявлено зворотну тенденцію - зростання континентальності на $+6,4$ %/10 років, що може свідчити про зміну сезонного теплового балансу в умовах глобального потепління [15].

Одним із провідних чинників формування кліматичних умов в Україні є континентальність, яка суттєво змінюється залежно від географічного положення. У дослідженні В. І. Затули та Н. І. Затули підкреслюється, що середня річна амплітуда температури повітря значною мірою залежить від розташування метеорологічної станції, що підтверджує просторову неоднорідність континентальності на території України [5].

На рівнинній частині країни чітко простежується закономірність поступового зростання континентальності в напрямку з північного заходу на південний схід. Ця тенденція супроводжується як зростанням річної амплітуди температури повітря, так і зменшенням кількості опадів. Східні області України,

таким чином, відзначаються суворішими зимами, спекотнішим літом і загальною сухістю клімату, в порівнянні із західними регіонами країни.

У високогірних районах Українських Карпат та Кримських гір континентальні риси виражені слабше. Річна амплітуда температур у цих регіонах зменшується, що зумовлює відповідне зниження індексу континентальності на декілька відсоткових пунктів у порівнянні з прилеглими рівнинними територіями.

Окрему увагу привертає вплив морських акваторій на формування клімату. Наприклад, Азовське море через свою малу глибину та обмежений обсяг води не здатне акумулювати значну кількість тепла, тому його кліматоутворювальний вплив на прилеглі території мінімальний і обмежується вузькою прибережною смугою. Подібним чином, вплив Чорного моря на континентальні характеристики клімату теж є відносно слабким - він проявляється переважно на південному узбережжі.

Таким чином, на тлі змін клімату в останні десятиліття виникає необхідність поглибленого вивчення динаміки індексів континентальності, зокрема в умовах підвищення температури повітря, зменшення опадів у ряді регіонів та активізації екстремальних кліматичних явищ. Це відкриває перспективи для подальших досліджень, пов'язаних з оцінкою зміни континентальності в сучасний період [5].

Дослідження просторового розподілу індексу континентальності клімату за методикою С. П. Хромова свідчить про помітну градацію його значень на території України. Як видно з аналізу картографічних даних українськими вченими (рис. 1.1), на більшості площі країни значення індексу коливаються в межах від 80 % до 85,5 %. Ці значення дають змогу відстежити регіональні особливості кліматоутворення та співвідношення океанічних і континентальних впливів.

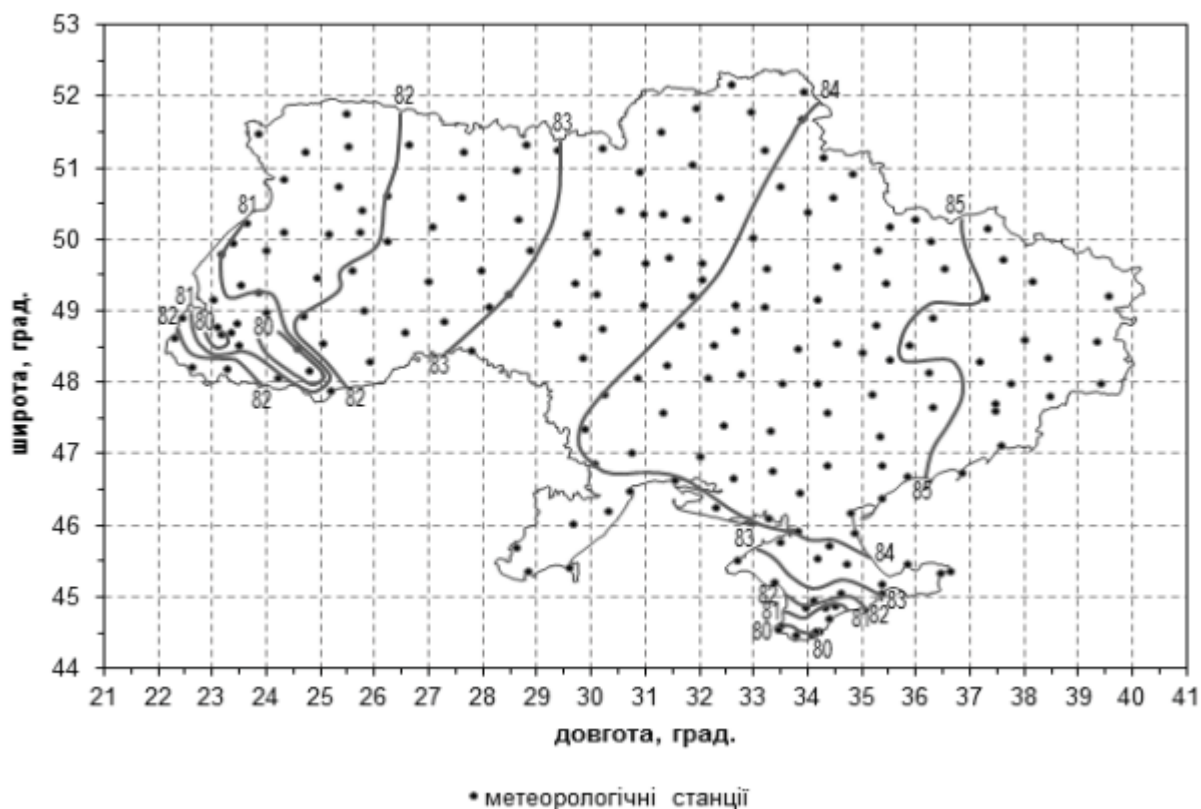


Рис. 1.1. Індекс континентальності клімату С.П. Хромова [5].

Найнижчі значення індексу континентальності характерні для західних та північно-західних регіонів України. У цих районах клімат значною мірою зазнає впливу повітряних мас Атлантичного походження, що призводить до підвищеної мінливості погоди, зростання кількості циклонів і збільшення опадів. В умовах океанічного впливу зменшується суворість зими, літо не є надто спекотним, а перехідні сезони (весна та осінь) відзначаються тривалістю та м'якістю.

На противагу цьому, у східних та південно-східних регіонах України, які географічно найбільш віддалені від Атлантичного океану, спостерігаються найвищі значення індексу Хромова - до 85,7 %. Клімат у цих районах формується переважно під впливом континентальних повітряних мас, що зумовлює жарке сухе літо, морозну зиму з невеликою кількістю опадів і загальну стабільність погодних умов. У цих регіонах скорочується тривалість перехідних сезонів, і значно виразніше проявляються риси типової континентальності: велика річна амплітуда температур, сухість повітря, менша хмарність.

Таким чином, індекс континентальності Хромова дозволяє чітко простежити закономірність: у напрямку із заходу на схід території України континентальні риси клімату посилюються, що підтверджується як термічними характеристиками, так і режимом опадів та тривалістю сезонів [5,8].

Особливо низькі значення індексу континентальності клімату зафіксовані у високогірних районах Українських Карпат (у межах 77–81 %) та на південному узбережжі Кримського півострова (79–81 %). Такий рівень континентальності пояснюється взаємодією декількох пом'якшуючих кліматичних чинників, зокрема впливом Чорного моря, а також орографічним бар'єром у вигляді гірських масивів, які зменшують проникнення континентальних повітряних мас [2].

Порівняння просторового розподілу значень індексу Хромова ($K_{Хр}$) за кліматологічний стандартний період 1961–1990 рр. із даними, отриманими П. І. Колісником у 1980 р., свідчить про їхню загальну подібність. Виявлені відмінності є незначними - у межах одного відсоткового пункту, що вказує на стійкість загальних кліматичних закономірностей упродовж десятиліть [8].

Водночас деякі локальні розбіжності у конфігурації ізоліній індексу континентальності можуть бути зумовлені різними періодами метеоспостережень, змінами кліматичних умов у певних районах країни або методичними особливостями обробки даних. Як зазначають В. І. Затула та Н. І. Затула, нерівномірність кліматичних змін у різних регіонах України є вагомим чинником, який може впливати на географічну структуру континентальності, навіть за загальної стабільності загальнонаціонального розподілу [4].

Доповнюючи попередній аналіз довгострокових температурних змін, варто звернути увагу на особливості просторово-часових варіацій індексів континентальності Горчинського ($K_{Гр}$) та Йогансона-Рінглеба (K_{J-R}) у контексті глобального потепління. За результатами дослідження температурних рядів 1900–2017 рр. на рівнинних станціях України було встановлено, що загалом за

XX століття індекси континентальності мали тенденцію до зниження через інтенсивне потепління в холодний період року.

Однак у період 1970–2017 рр. спостерігається протилежна тенденція: значення K_{Gr} зросло на 6% за 100 років, а K_{J-R} - на 4%. Це пов'язано зі зростанням температур у теплу пору року, зокрема в травні–серпні.

Амплітуда температур, яка впродовж XX століття знижувалась на $-0,5 \pm 0,2$ °C/100 років, починаючи з 1970-х років почала інтенсивно зростати, досягаючи $+1,1 \pm 0,6$ °C/100 років. Водночас спостерігалися фазові зрушення сезонного температурного циклу - в середньому на $1,9 \pm 1,1$ днів у бік пізніших сезонів.

Ці зміни, як вважають автори, можуть бути пов'язані із зміною великомасштабної циркуляції атмосфери, зокрема зі зсувом північної межі впливу субтропічних антициклонів у бік України, що обумовлює частіше виникнення періодів аномально високих температур у літній сезон [21].

1.4. Добова амплітуда температури як показник континентальності

Добові коливання температури повітря є важливим показником континентальності клімату, оскільки вони тісно пов'язані як з географічним положенням території, так і з типом підстильної поверхні. В Україні середня добова амплітуда має чітко виражену сезонну динаміку та просторову диференціацію. Найменші значення спостерігаються у зимові місяці (листопад–лютий), коли в гірських районах вона становить менше 2 °C, а на рівнинних територіях - близько 2–3 °C. У степовому Криму та Закарпатті ці показники зростають до 4–6 °C.

У весняно-літній період амплітуда істотно зростає. Найбільші значення фіксуються у квітні–вересні, особливо в південних регіонах (до 11–12 °C), тоді як на узбережжях - значно нижчі (5–6 °C), а в гірських місцевостях - до 4 °C. Це свідчить про вплив моря, що зменшує контрасти між денною та нічною

температурою за рахунок бризової циркуляції. Такий вплив простежується на відстані до 10–15 км від берегової лінії.

Крім того, характер погоди істотно впливає на амплітуду: за ясної та безвітряної погоди вона може бути удвічі більшою, ніж за умов хмарності та сильного вітру. З огляду на це добова амплітуда є не лише індикатором ступеня континентальності, а й показником метеорологічної стабільності певного регіону [1].

1.5. Океанічний вплив та зміни континентальності на узбережжях України

Вплив морських акваторій на клімат узбережжя України має вагомe значення для формування локальних кліматичних умов. Океанічний (морський) тип клімату, який проявляється на узбережжях Чорного та Азовського морів, характеризується нижчими річними та добовими амплітудами температури, підвищеною вологістю, м'якою зимою та відносно прохолодним літом. Під впливом морських повітряних мас тут затримується час настання температурних екстремумів: весна пізніша, а осінь - триваліша.

Результати гідрометеорологічних спостережень свідчать, що вплив Чорного моря поширюється на 140–180 км углиб території, Азовського - на 90–120 км. У прибережних районах річна амплітуда температури знизилась протягом ХХ століття, що вказує на загальне послаблення континентальності клімату та посилення його океанічних рис. Найбільш значне зменшення зафіксовано в Очакові (–2,1 °С) та Одесі (–1,6 °С) за 100 років.

Проте в другій половині ХХ століття (особливо після 1970-х рр.) річна амплітуда температури в прибережних районах почала знову зростати, що свідчить про певну нестабільність кліматичних тенденцій. На решті рівнинної території України вплив Світового океану також посилюється: середня річна амплітуда температури повітря за останнє століття зменшилася приблизно на

0,5 °C. Автори зазначають, що за прогнозами, у зв'язку з подальшим глобальним потеплінням, очікується продовження цієї тенденції - зниження рівня континентальності на рівнині та підвищення впливу океанічних факторів [6].

1.6. Методи обчислення індексів континентальності

Оцінка континентальності клімату - важливе завдання кліматології, що дає змогу кількісно порівнювати вплив суходолу та океану на температурний режим певної території. Індекс континентальності є інтегральним показником, який базується на амплітуді річних температур, географічній широті та, іноді, віддаленості від океанів, опадах і тд.

Одним із перших спроб розрахунку цього показника була формула В. Ценкера, запропонована у 1888 році. Він запропонував виражати індекс як функцію річної амплітуди температури та географічної широти. Попри простоту, ця методика мала обмежену точність через необхідність емпіричного підбору коефіцієнтів [30].

Значним кроком уперед стала формула Л. Горчинського, яка враховувала широтну залежність амплітуди температур над океаном. Вона ґрунтується на припущенні, що середня річна амплітуда над океанами у середніх широтах дорівнює $12 \cdot \sin\phi$, а континентальність в таких умовах умовно дорівнює нулю. Остаточна формула Горчинського (1920) дозволила класифікувати клімат як морський, перехідний, континентальний або різко континентальний залежно від отриманого значення індексу [18].

Пізніше, у 1957 році, С. П. Хромов удосконалив підхід Горчинського. Він запропонував використовувати не умовну амплітуду температур над океаном, а "суто океанічну", тобто таку, що формується за відсутності континентального впливу. У формулі Хромова основою для розрахунку є співвідношення між річною амплітудою температури на певній території та цією ідеалізованою

океанічною амплітудою. Його підхід дозволив уникнути емпіричних коефіцієнтів і зробив розрахунок більш фізично обґрунтованим [18].

Таким чином, у науковій практиці найчастіше застосовують індекси Горчинського та Хромова, які вважаються найбільш адаптованими до умов середніх широт і дають змогу враховувати як географічну широту, так і вплив суходолу й океанів на температурні умови.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Обґрунтування вибору території дослідження

Для дослідження термічної континентальності обрана територія України як регіон з широким спектром фізико-географічних умов. Україна розташована в центральній частині Європи, між Атлантичним океаном і внутрішніми районами Євразії, що зумовлює наявність різних типів клімату - від помірно океанічного до виражено континентального [19].

Розташування країни в помірному кліматичному поясі, а також її значна протяжність із заходу на схід та з півночі на південь створюють умови для просторової варіативності температурного режиму. Територія включає гірські масиви (Українські Карпати, Кримські гори), рівнинні простори з різною абсолютною висотою, морське узбережжя Чорного й Азовського морів, а також території з різним ступенем континентального впливу. Усе це спричиняє суттєві відмінності в річній амплітуді температури повітря, яка є основним індикатором термічної континентальності.

Особливо важливою рисою території України є те, що вона охоплює перехідну зону між океанічним та континентальним типами клімату [5], що дає змогу аналізувати зміну індексу континентальності в різних умовах - як у прибережних, так і у внутрішньоконтинентальних регіонах. Це дозволяє отримати повну просторову картину впливу континентальності на температурний режим території.

Вибір України як території дослідження є доцільним ще й наявністю достовірних відкритих супутникових і наземних кліматичних даних, а також актуальністю проблеми в умовах сучасного глобального потепління.

Таким чином, територія України є методично зручною, науково обґрунтованою та кліматично різноманітною для цілей дослідження термічної континентальності.

2.2. Вихідні кліматичні дані

Для реалізації завдань дослідження було відібрано 27 географічних точок (табл. 2.1), які переважно відповідають обласним центрам України, а також включають окремі точки у Карпатському та Кримському регіонах.

Таблиця 2.1. Географічні координати метеорологічних станцій

Номер	Точка спостереження	Географічна довгота, град. сх. д.	Географічна широта, град. пн. ш.
1	Черкаси	32,0667	49,4333
2	Чернігів	31,15	51,4
3	Чернівці	25,9667	48,2667
4	Дніпро	35,0833	48,3667
5	Донецьк	37,7667	48,0667
6	Івано-Франківськ	24,7000	48,9167
7	Харків	36,2833	49,9333
8	Херсон	32,610059	46,683849
9	Хмельницький	26,985639	49,447801
10	Кропивницький	32,2667	48,5167
11	Київ	30,5333	50,3833
12	Луганськ	39,324188	48,533738
13	Луцьк	25,3333	50,75
14	Львів	23,95	49,8167
15	Міжгір'я	23,507364	48,512972
16	Миколаїв	31,9167	47,05
17	Одеса	30,685111	46,427118
18	Плай	23,19727	48,666125
19	Полтава	34,547782	49,622107
20	Рівне	26,245	50,628
21	Сімферополь	33,9667	45,0333
22	Суми	34,7833	50,9167
23	Тернопіль	25,6833	49,5333

24	Ужгород	22,2667	48,6333
25	Вінниця	28,5833	49,2333
26	Запоріжжя	34,96651	47,905339
27	Житомир	28,6667	50,2833

Такий підхід дозволяє охопити різноманітні фізико-географічні умови території - від приморських низовин до гірських районів - і забезпечити повноцінне відображення просторових особливостей термічної континентальності. Хоча для станцій було вказано конкретні координати, слід розуміти, що супутникові дані, отримані з сервісу NASA POWER, репрезентують не точкові значення, а середні показники для сітки з просторовою роздільністю приблизно $0,5^\circ$ широти на $0,625^\circ$ довготи (близько 50×50 км), що дозволяє уникнути локальних аномалій та підвищити репрезентативність аналізу. Система координат сітки - WGS84 [23].

Період спостережень охоплює 30-річний інтервал - з 1991 по 2020 рік, що відповідає чинному кліматологічному стандарту для дослідження сучасних змін клімату. За цей період було отримано дані про середньомісячну температуру повітря на висоті 2 метрів (T2M) для кожного з обраних пунктів.

Кліматичні дані були завантажені з відкритої бази NASA POWER (Prediction of Worldwide Energy Resources) [24], яка надає доступ до високоякісних супутникових спостережень та реконструкцій кліматичних параметрів. Дані були зібрані за допомогою програмного середовища R, використовуючи пакет `nasarpower`. Було автоматизовано процес вибирання температурної інформації за вказаними координатами, а результати збережено у форматі CSV для подальшої обробки в Excel та Rstudio.

На етапі попередньої обробки даних було виконано розділення значень на окремі стовпці, а також приведення числових форматів (заміна крапок на коми) з метою коректної обробки в Excel.

Крім температурних показників, додатково було використано індекс Північноатлантичного колювання (NAO), який відіграє важливу роль у циркуляційних процесах атмосфери Європейського регіону. Дані щодо NAO

були завантажені з офіційного сайту NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) - [16]. Значення індексу за аналогічний період були використані для подальшого порівняння з просторовими характеристиками континентальності в Україні.

Для перевірки точності супутникових даних була здійснена верифікація з використанням інформації з наземної метеостанції в місті Черкаси, АМСЦ. Дані були отримані через Центральну геофізичну обсерваторію ім. Бориса Срезневського. Це дозволило провести базову кореляцію між супутниковими та наземними температурами, що підвищує надійність отриманих результатів.

Таким чином, використання авторитетних джерел кліматичної інформації, багаторічного періоду спостережень та сучасних засобів обробки даних створює надійну основу для подальшого аналізу термічної континентальності клімату України.

2.3. Методика розрахунку індексу континентальності

У дослідженні було використано індекс термічної континентальності Л. Горчинського (1920), що є одним із найвідоміших та найчастіше застосовуваних у географічній кліматології Європейського регіону. Основною перевагою даного підходу є те, що він враховує не лише амплітуду річного температурного ходу, а й географічну широту, яка суттєво впливає на інтенсивність сезонних температурних змін.

Розрахунок індексу виконувався за формулою, запропонованою Горчинським у 1920-х роках:

$$K_{Гр} = 1,7 \frac{A_p}{\sin \varphi} - 20,4. \quad (2.1)$$

де:

- $K_{Гр}$ - індекс континентальності, %,
- A_p - амплітуда середніх температур повітря за рік ($T_{\text{липень}} - T_{\text{січень}}$), °С,

- φ - географічна широта пункту, градуси.

Ця формула базується на припущенні, що середнє значення амплітуди температур над океанами у широтному поясі від 30° до 60° можна описати виразом $12 \cdot \sin\varphi$, а максимальний рівень континентальності приймається умовно за 100 % (зокрема, для умов Верхоянська у Східному Сибіру). Таким чином, індекс Горчинського (1920) дає можливість кількісно порівнювати ступінь континентальності в різних широтах.

Для інтерпретації результатів застосовано наступну класифікацію:

- 0–33 % - океанічний або перехідний тип клімату;
- 34–66 % - континентальний;
- 67–100 % - різко континентальний.

Цей підхід дозволяє провести просторову оцінку термічної континентальності клімату України з урахуванням широтної поясності, що є особливо важливим для країни з великою територією та різноманітним рельєфом.

Розрахунки індексу континентальності здійснювались в табличному редакторі Microsoft Excel шляхом підстановки значень середньомісячних температур та географічної широти до відповідної формули. Амплітуда температури повітря визначалася як різниця між середніми температурами липня та січня.

2.4. Програмне забезпечення та обробка даних

У межах дослідження використовувалося програмне забезпечення Microsoft Excel та програмне середовище R, які забезпечили повноцінну обробку та візуалізацію кліматичних даних. Для отримання координат точок використовувався онлайн ресурс Google Maps.

У ході дослідження було здійснено обробку кліматичних даних, що включала етапи попередньої підготовки, обчислення основних статистичних

показників та просторово-часовий аналіз температурних характеристик. Дані було уніфіковано з урахуванням вимог до числового формату, що дозволило забезпечити коректність подальших обчислень.

У центрі дослідження перебувала оцінка континентальності клімату, що є важливою характеристикою температурного режиму території. Для її кількісного вираження використовувалися відповідні розрахункові індекси, які базуються на співвідношенні між середніми багаторічними температурами найтеплішого та найхолоднішого місяців року. Такі показники дозволяють охарактеризувати ступінь вираженості сезонних контрастів, що є визначальним чинником у розумінні термічного контексту клімату. Супровідним параметром при цьому виступала річна амплітуда температур, яка слугує базовим орієнтиром для інтерпретації континентальних рис клімату. Окрім того, при оцінці просторової мінливості індексу континентальності враховувалися кліматичні індекси атмосферної циркуляції, що можуть впливати на регіональні температурні умови та сприяти зміні континентальних характеристик у часі.

Для забезпечення достовірності результатів було здійснено порівняння супутникових кліматичних даних із результатами спостережень, отриманих з наземних джерел. Аналіз відповідності включав статистичну оцінку за допомогою таких показників, як коефіцієнт кореляції, середнє зміщення та середньоквадратичне відхилення, що дозволило кількісно охарактеризувати точність використаних джерел.

У межах подальшого аналізу досліджувалися зв'язки між кліматичними показниками та географічними координатами. Зокрема, встановлювалися просторові закономірності розподілу значень та рівень лінійної залежності між різними змінними. Для підвищення наочності результатів здійснювалася побудова графічних візуалізацій та тематичних карт, зокрема із застосуванням методів просторового групування та кольорового градієнтного кодування.

Окремий блок дослідження було реалізовано за допомогою програмного середовища для статистичної обробки даних Rstudio. Це дозволило автоматизувати отримання метеорологічної інформації, провести кластеризацію

досліджуваних об'єктів за температурними характеристиками та візуалізувати розподіл ключових показників у межах досліджуваної території.

РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ КОНТИНЕНТАЛЬНОСТІ КЛІМАТУ УКРАЇНИ

3.1. Кореляція наземних і супутникових даних

Порівняння температури повітря за наземними та супутниковими даними на прикладі Черкас, АМСЦ, (табл. 3.1) виявило високий ступінь узгодженості між цими двома джерелами кліматичної інформації. Незважаючи на деякі сезонні розбіжності, загальна картина свідчить про те, що супутникові вимірювання досить точно відтворюють температурні коливання, зафіксовані на наземній метеостанції.

Таблиця 3.1. Порівняння наземних і супутникових даних температури повітря на прикладі Черкас, АМСЦ

Параметр	JAN	JUL	ANN
Коеф. кореляції	0.87	0.95	0.87
Середнє зміщення (°C)	-1.99	1.28	-0.13
Середньоквадратичне відхилення RMSE (°C)	2.50	1.37	0.46

Особливо тісний зв'язок між супутниковими й наземними даними спостерігається влітку: у липні коефіцієнт кореляції між ними досягає 0.95, що вказує на майже ідеальну відповідність температурних значень. У січні цей показник трохи нижчий - 0.87, однак усе ще свідчить про міцну залежність. На річному рівні кореляція також становить 0.87, що підтверджує загальну узгодженість даних у довгостроковому вимірі.

Водночас результати аналізу виявили характерні сезонні зміщення. У зимові місяці супутникові дані мають тенденцію занижувати температуру - у січні середнє відхилення склало майже 2 градуси Цельсія нижче порівняно з наземними вимірюваннями. Улітку ситуація зворотна: температура за супутниковими даними в середньому вища на 1.28°C. Проте ці сезонні крайнощі

в значній мірі компенсують одна одну в річному обчисленні - середнє зміщення за рік склало лише -0.13°C , що фактично є статистично незначущим.

Загальна похибка (RMSE), яка враховує як зміщення, так і варіабельність даних, також варіюється за сезонами. Найбільша неточність припадає на зимовий період - 2.50°C , що може бути пов'язано з атмосферними умовами, які ускладнюють точне дистанційне зондування: хмарність, інверсії, наявність снігового покриву. Улітку RMSE становить 1.37°C , а на річному рівні - лише 0.46°C , що є свідченням прийнятного рівня точності для кліматичних досліджень.

Таким чином, супутникові температурні ряди демонструють високу узгодженість із наземними спостереженнями та можуть бути надійним джерелом інформації для аналізу кліматичних умов на регіональному рівні, особливо за умови браку або фрагментарності наземних метеорологічних даних.

3.2. Просторові особливості температурного режиму в Україні (1991-2020)

Аналіз середньомісячних і середньорічних температур повітря за період 1991-2020 рр. для 27 міст України (табл. 3.2) дозволяє охарактеризувати просторову варіабельність температурного режиму країни. У цілому температурне поле демонструє чіткі географічні закономірності, зумовлені широтною зональністю, рельєфом, віддаленістю від морів, а також особливостями атмосферної циркуляції.

Таблиця 3.2. Візуалізація особливостей річного ходу температури повітря в Україні, 1991-2020 рр.

Місто	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANN
Черкаси	-5,86	-4,11	1,57	9,35	15,87	20,11	22,54	21,80	15,63	8,51	1,55	-3,80	8,60
Чернігів	-6,95	-5,62	-0,08	8,06	14,49	18,47	20,63	19,84	14,00	7,07	0,44	-5,00	7,11
Чернівці	-4,12	-2,31	2,60	9,18	15,03	18,97	21,02	20,66	15,16	8,78	2,58	-2,57	8,75

Дніпро	-5,28	-3,84	1,81	9,31	15,99	20,88	23,67	22,90	16,50	9,03	1,83	-3,11	9,14
Донецьк	-5,29	-4,13	1,46	8,87	15,43	20,58	23,59	22,96	16,40	8,91	1,60	-3,23	8,93
Івано-Франківськ	-4,21	-2,54	2,14	8,61	14,29	18,18	20,26	19,98	14,58	8,50	2,64	-2,59	8,32
Харків	-7,45	-6,18	-0,16	8,14	14,86	19,37	22,21	21,50	15,04	7,49	0,18	-5,07	7,49
Херсон	-1,42	-0,06	4,26	10,63	17,27	22,18	25,09	24,54	18,28	11,46	5,13	0,70	11,50
Хмельницький	-5,27	-3,66	1,17	8,03	13,97	17,80	19,82	19,34	13,96	7,64	1,59	-3,54	7,57
Кропивницький	-5,27	-3,62	1,75	9,05	15,63	20,37	22,97	22,34	16,06	8,77	1,85	-3,10	8,90
Київ	-6,07	-4,57	0,97	8,73	15,09	19,14	21,34	20,57	14,68	7,76	1,12	-4,22	7,88
Луганськ	-6,12	-4,90	1,02	8,99	15,75	20,93	23,77	22,97	16,23	8,65	1,13	-3,89	8,71
Луцьк	-4,95	-3,33	1,24	8,06	14,10	18,19	20,41	19,89	14,32	7,87	1,98	-3,12	7,89
Львів	-4,31	-2,62	2,07	8,63	14,13	17,80	19,69	19,32	14,10	8,29	2,67	-2,61	8,10
Міжгір'я	-6,23	-4,89	-0,60	6,00	11,43	15,24	17,16	17,27	12,01	6,50	1,16	-4,51	5,88
Миколаїв	-2,83	-1,09	3,70	10,40	17,07	21,96	24,81	24,22	17,89	10,82	4,14	-0,65	10,87
Одеса	-1,04	0,24	4,25	10,21	16,79	21,68	24,41	24,10	18,34	12,07	6,07	0,97	11,51
Плай	-5,46	-3,90	0,81	7,50	12,90	16,69	18,62	18,74	13,39	7,67	2,14	-3,74	7,11
Полтава	-6,35	-4,93	0,86	8,73	15,41	20,16	22,89	22,18	15,76	8,23	1,03	-4,06	8,33
Рівне	-5,03	-3,47	1,16	7,94	13,95	18,05	20,28	19,72	14,20	7,78	1,83	-3,27	7,76
Сімферополь	2,05	2,49	5,42	10,32	16,27	21,25	24,26	24,25	19,06	13,27	7,85	3,85	12,53
Суми	-7,83	-6,74	-0,86	7,68	14,36	18,44	20,92	20,10	14,02	6,80	-0,24	-5,56	6,76
Тернопіль	-5,05	-3,34	1,36	7,99	13,75	17,59	19,63	19,20	13,87	7,71	1,84	-3,33	7,60
Ужгород	-4,13	-2,17	2,94	9,48	14,82	18,68	20,58	20,53	15,05	9,12	3,38	-2,50	8,82
Вінниця	-5,44	-3,75	1,29	8,29	14,44	18,58	20,95	20,57	14,72	7,89	1,55	-3,66	7,95
Запоріжжя	-4,70	-3,18	2,39	9,75	16,36	21,10	23,95	23,21	16,82	9,46	2,27	-2,56	9,57
Житомир	-5,75	-4,31	0,78	7,97	14,17	18,26	20,53	19,98	14,29	7,53	1,19	-3,97	7,56

Середньорічна температура повітря в межах України за аналізований період варіює від 5,88 °С у смт Міжгір'я (Закарпатська обл.), що зумовлено його високогірним розташуванням, до 12,53 °С у Сімферополі, розташованому в Кримському передгір'ї. Найнижчі середньорічні температури, крім Міжгір'я, також спостерігаються у північних (Суми - 6,76 °С, Чернігів - 7,11 °С) та східних (Харків - 7,49 °С) регіонах, де континентальні риси клімату більш виражені.

Найвищі середньорічні температури фіксуються в південній частині країни, зокрема в Одесі (11,51 °С), Херсоні (11,50 °С), Миколаєві (10,87 °С) та Запоріжжі (9,57 °С). Ці регіони відзначаються м'якою зимою (у січні -1...-2 °С) та жарким літом (липень - до 25 °С), що зумовлено впливом Чорного моря, великою кількістю сонячних днів та низькою хмарністю влітку.

У зимовий період (грудень-лютий) температурні контрасти між півднем і північчю особливо помітні: наприклад, у Сімферополі середня температура січня

становить $+2,05^{\circ}\text{C}$, тоді як у Сумах $-7,83^{\circ}\text{C}$, а в Харкові $-7,45^{\circ}\text{C}$. Подібні відмінності простежуються і в лютому.

Влітку температури більш вирівняні, однак усе ж можна відзначити південні регіони як найтепліші. У липні найвищі середні значення спостерігаються в Херсоні ($25,09^{\circ}\text{C}$), Миколаєві ($24,81^{\circ}\text{C}$), Сімферополі ($24,26^{\circ}\text{C}$), Запоріжжі ($23,95^{\circ}\text{C}$). Порівняно з ними, в Карпатах (Міжгір'я - $17,16^{\circ}\text{C}$) та на заході (Чернівці - $21,02^{\circ}\text{C}$, Львів - $19,69^{\circ}\text{C}$) температура є значно нижчою.

Таким чином, просторовий розподіл температури в Україні чітко демонструє зниження середньорічних значень у напрямку від півдня до півночі, а також від низин до гірських районів. Зі сходу на захід помітне невелике, але стабільне зменшення континентальності, що проявляється як у зимових, так і в літніх температурах.

3.3. Амплітуда сезонних температур: просторові закономірності

Вивчення річної амплітуди температур повітря дозволяє виявити особливості термічного режиму території, зокрема ступінь континентальності клімату. У табл. 3.3 подано значення температурної амплітуди (різниця між середньою температурою липня та січня) для 27 міст України за період 1991-2020 рр. Значення впорядковано за зростанням.

Таблиця 3.3. Річна амплітуда температури повітря, у порядку зростання

Номер	Місто	Географічна довгота, град. сх. д.	Амплітуда Січ-Лип, $^{\circ}\text{C}$	Індекс континентальності Горчинського, %
21	Сімферополь	33,9667	22,21	32,97
15	Міжгір'я	23,5074	23,39	32,68
14	Львів	23,9500	24,00	33,01
18	Плай	23,1973	24,08	34,12
6	Івано-Франківськ	24,7000	24,47	34,78

23	Тернопіль	25,6833	24,68	34,75
24	Ужгород	22,2667	24,71	35,56
9	Хмельницький	26,9856	25,09	35,74
3	Чернівці	25,9667	25,14	36,87
20	Рівне	26,2450	25,32	35,27
13	Луцьк	25,3333	25,36	35,27
17	Одеса	30,6851	25,45	39,32
27	Житомир	28,6667	26,28	37,67
25	Вінниця	28,5833	26,39	38,83
8	Херсон	32,6101	26,51	41,53
11	Київ	30,5333	27,41	40,09
2	Чернігів	31,1500	27,59	39,60
16	Миколаїв	31,9167	27,64	43,80
10	Кропивницький	32,2667	28,25	43,70
1	Черкаси	32,0667	28,40	43,16
26	Запоріжжя	34,9665	28,65	45,24
22	Суми	34,7833	28,75	42,56
5	Донецьк	37,7667	28,87	45,58
4	Дніпро	35,0833	28,95	45,44
19	Полтава	34,5478	29,23	44,84
7	Харків	36,2833	29,66	45,49
12	Луганськ	39,3242	29,90	47,42

Мінімальні амплітуди характерні для південного заходу та Кримського півострова. Зокрема, у Сімферополі вона становить лише 22,2 °С, що свідчить про значний вплив Чорного моря та м'який субтропічний клімат регіону. Порівняно низькі значення також спостерігаються в гірських і передгірних районах Карпат - зокрема, у Міжгір'ї, Львові, Плаї, Івано-Франківську, Тернополі та Ужгороді амплітуда коливається в межах 23–25 °С. Подібна термічна інерція пов'язана з орографічними особливостями території, а також підвищеною вологістю повітря та хмарністю.

У центральних і північних регіонах країни амплітуда поступово зростає. Так, у Києві, Житомирі, Черкасах, Кропивницькому, Полтаві та інших подібних за широтою містах значення сягають 26–29 °С. Це свідчить про більш виражені сезонні контрасти температур.

Максимальні амплітуди зареєстровані на сході України. Зокрема, в Луганську вона досягає 29,9 °С, що є найвищим значенням серед усіх представлених населених пунктів. Східні області, такі як Харківська, Донецька,

Луганська, демонструють чітко виражений континентальний тип клімату, з холодними зимами та спекотними літами.

Таким чином, просторовий розподіл річної температурної амплітуди на території України характеризується чітким градієнтом із заходу на схід. Найнижчі значення спостерігаються в Карпатах, Кримському півострові та на південному заході країни, тоді як найвищі - у східних регіонах, що зумовлено віддаленістю від пом'якшувального впливу океанічних повітряних мас і підвищеною континентальністю клімату.

Для кількісної оцінки просторової закономірності було здійснено кореляційний аналіз між географічною довготою населених пунктів та величиною річної амплітуди температур повітря (Січень–Липень). Результатом є високий додатний кореляційний коефіцієнт $R=0,79$, що вказує на тісний прямий зв'язок між цими двома змінними.

Це підтверджує загальну закономірність: зі зростанням довготи, тобто у східному напрямку, амплітуда сезонних температур зростає.

Таким чином, числовий аналіз підтверджує виявлену раніше просторову тенденцію: річна амплітуда температур є важливим індикатором ступеня континентальності клімату й демонструє чіткий географічний градієнт на території України.

3.4. Термічна континентальність клімату за Горчинським (1920)

Для оцінки ступеня континентальності клімату в межах території України використано індекс термічної континентальності за методикою Горчинського (1920). Дані представлені у табл.3.4.

**Таблиця 3.4. Індекс континентальності Горчинського (1920), у
порядку зростання значення**

Номер	Місто	Географічна довгота, град. сх. д.	Річна амплітуда температур повітря	Індекс континентальності Горчинського, %
15	Міжгір'я	23,5074	23,39	32,68
21	Сімферополь	33,9667	22,21	32,97
14	Львів	23,9500	24,00	33,01
18	Плаї	23,1973	24,08	34,12
23	Тернопіль	25,6833	24,68	34,75
6	Івано- Франківськ	24,7000	24,47	34,78
13	Луцьк	25,3333	25,36	35,27
20	Рівне	26,2450	25,32	35,27
24	Ужгород	22,2667	24,71	35,56
9	Хмельницький	26,9856	25,09	35,74
3	Чернівці	25,9667	25,14	36,87
27	Житомир	28,6667	26,28	37,67
25	Вінниця	28,5833	26,39	38,83
17	Одеса	30,6851	25,45	39,32
2	Чернігів	31,1500	27,59	39,60
11	Київ	30,5333	27,41	40,09
8	Херсон	32,6101	26,51	41,53
22	Суми	34,7833	28,75	42,56
1	Черкаси	32,0667	28,40	43,16
10	Кропивницький	32,2667	28,25	43,70
16	Миколаїв	31,9167	27,64	43,80
19	Полтава	34,5478	29,23	44,84
26	Запоріжжя	34,9665	28,65	45,24
4	Дніпро	35,0833	28,95	45,44
7	Харків	36,2833	29,66	45,49
5	Донецьк	37,7667	28,87	45,58
12	Луганськ	39,3242	29,90	47,42

Аналіз отриманих значень дозволив виявити чітку просторову закономірність. Індекс континентальності поступово зростає у напрямку із заходу на схід, від Карпат до сходу Лівобережжя. Найнижчі значення спостерігаються на заході України, зокрема в Міжгір'ї (32,68%), Сімферополі (32,97%), Львові (33,01%), Плаї (34,12%), що свідчить про значний вплив атлантичних повітряних мас і гірського рельєфу, який зменшує температурні контрасти.

Помірні значення індексу характерні для центральної частини України, зокрема у Вінниці (38,83%), Києві (40,09%), Херсоні (41,53%), що відповідає перехідному типу клімату - від морського до континентального.

Найвищі значення індексу континентальності спостерігаються на сході України - у Луганську (47,42%), Донецьку (45,58%), Харкові (45,49%), Полтаві (44,84%), де переважає континентальний тип клімату з великими амплітудами температур та меншою зволоженістю. Найвищі значення як індексу континентальності, так і річної амплітуди температур спостерігаються в Луганську.

Загалом, індекс континентальності Горчинського (1920) демонструє високий ступінь відповідності географічному положенню міст, підтверджуючи загальну закономірність: зі збільшенням східної довготи і віддаленістю від Атлантики зростає континентальність клімату України.

На карті (рис. 3.1) зображено просторовий розподіл термічної континентальності клімату України відповідно до індексу Горчинського (1920).

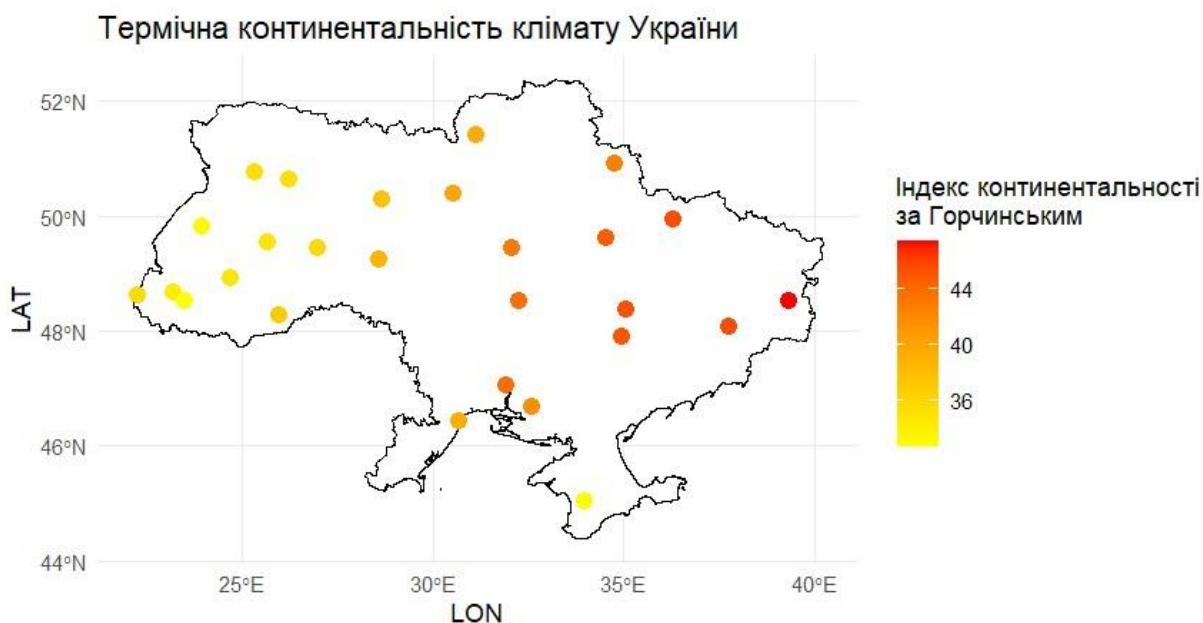


Рис. 3.1. Індекс континентальності клімату України за Горчинським (1920). 1991-2020 рр

Точки, що відображають міста, зафарбовані у кольори, які варіюються від жовтого до червоного, ілюструючи зміну значень індексу від менших до більших. Візуально помітна чітка градієнтна зміна інтенсивності континентальності з заходу на схід: західні та південні регіони країни мають нижчі значення індексу (жовті та жовтогарячі відтінки), що свідчить про більш м'який, океанічний вплив клімату, тоді як східні області демонструють підвищену континентальність (червоні тони), зумовлену віддаленістю від океанів та слабшою участю морських мас повітря. Особливо виділяються точки в Донецькій, Луганській та Харківській областях, де значення індексу найвищі, що вказує на більш різкі амплітуди між літніми й зимовими температурами. У центрі карти розташовано зони помірної континентальності, які, умовно, становлять перехідний пояс між двома кліматичними полюсами України. Карта не лише відображає загальні кліматичні закономірності, а й ілюструє внутрішньорегіональну кліматичну неоднорідність, що є важливою при аналізі просторових змін температурного режиму країни.

3.5. Залежність індексу термічної континентальності Горчинського (1920) від географічної широти та довготи

На діаграмі розсіювання (рис.3.2) зображено залежність індексу континентальності за Горчинським (1920) від географічної широти пунктів спостережень на території України. Кожна синя точка відповідає окремому населеному пункту, а червона пунктирна лінія позначає тренд, побудований на основі лінійної регресії.

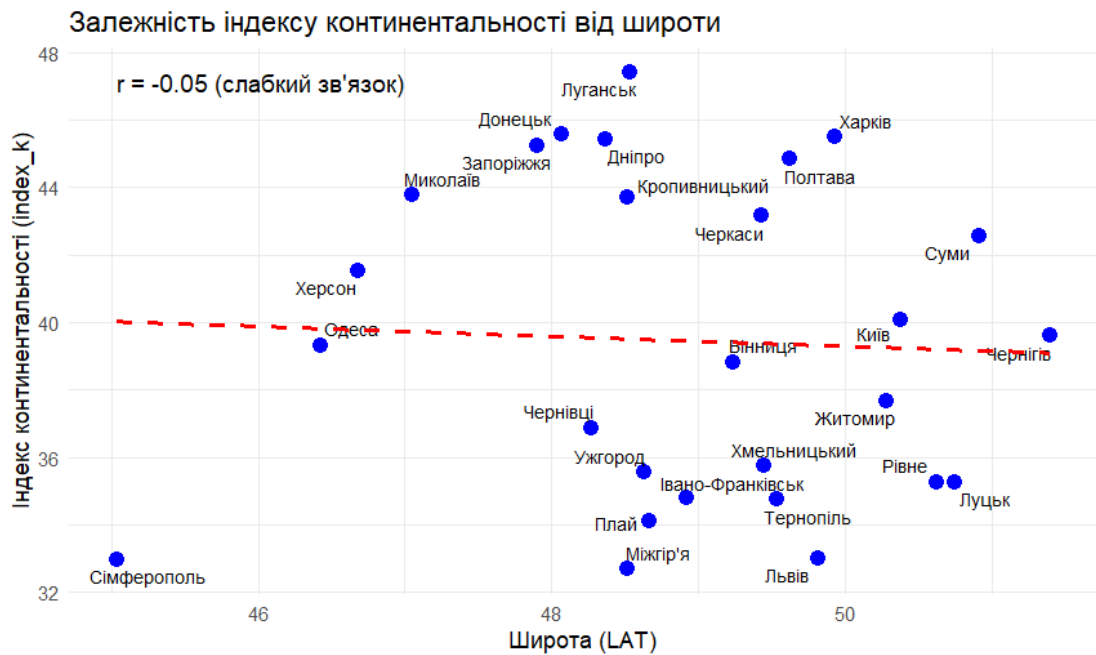


Рис. 3.2. Зміна індексу континентальності клімату Горчинського з широтою

Коефіцієнт кореляції між широтою та індексом становить $R = -0,05$, що вказує на дуже слабкий від'ємний зв'язок. Однак такий результат не є випадковим, адже індекс Горчинського (1920) сам по собі вже враховує широту в розрахунковій формулі - саме через знаменник, у якому присутній синус широти. Це означає, що географічна широта частково "нейтралізується" математично, і вплив широти на підсумковий результат уже скориговано на етапі обчислень. Внаслідок цього подальша перевірка кореляції між широтою та отриманими значеннями індексу не виявляє статистично значущої залежності.

Таким чином, за результатами аналізу можна стверджувати, що широта не є визначальним чинником у розподілі індексу континентальності Горчинського (1920) в межах України. Основну роль, як і демонструє попередній аналіз, відіграє географічна довгота, яка не враховується у формулі безпосередньо й натомість впливає на термічний режим опосередковано - через континентальність повітряних мас і віддаленість від океанічних джерел тепла.

На цій діаграмі (рис.3.3) представлено залежність індексу континентальності клімату K_{Gr} від географічної довготи досліджуваних точок.

Відмічається чітка додатна залежність: зі збільшенням довготи, тобто при просуванні з заходу на схід України, спостерігається поступове зростання значень континентальності.

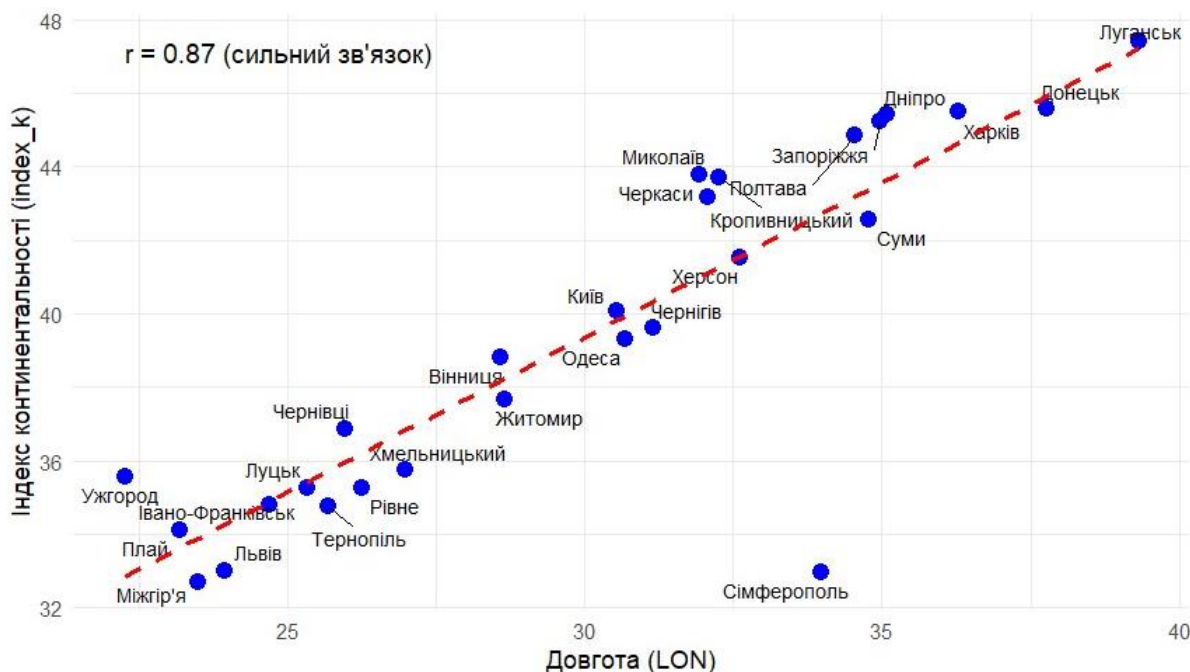


Рис. 3.3. Зміна індексу континентальності клімату Горчинського (1920) з довготою

Кореляційний коефіцієнт $R = 0.87$ вказує на дуже сильний прямий зв'язок між довготою та рівнем термічної континентальності. Це підтверджує той факт, що східні регіони України, розташовані далі від пом'якшувального впливу Атлантики, зазнають більш континентального кліматичного режиму, з вищими амплітудами між температурами найтеплішого та найхолоднішого місяців.

На графіку добре простежується поступове наростання індексу від західних станцій - таких як Міжгір'я, Плай, Львів та Ужгород, які мають найнижчі показники - до східних, зокрема Донецька та Луганська, де континентальність досягає максимальних значень. Водночас окремі точки, як-от Сімферополь, дещо вибиваються з загальної тенденції, що може бути зумовлено особливостями місцевого клімату, зокрема впливом Чорного моря та наявністю поруч гірського масиву, яких виступає своєрідним «щитом» від впливу деяких

повітряних мас. Загалом графік чітко ілюструє основну закономірність просторового розподілу континентальності в Україні: вона значною мірою зумовлена саме довготним положенням.

3.6. Залежність індексу термічної континентальності Горчинського (1920) від річної амплітуди температур

Окрім просторової (довготної) залежності, індекс термічної континентальності Горчинського (1920) виявляє й чітку функціональну залежність від величини річної амплітуди температур, тобто різниці між середньомісячною температурою липня та січня. Це логічно, з огляду на те, що в самій формулі індексу континентальності цей показник є ключовим елементом.

На представленому графіку (рис.3.4) простежується майже лінійна залежність між амплітудою температур і значенням індексу. При зростанні температурної амплітуди від $\sim 22^{\circ}\text{C}$ до $\sim 30^{\circ}\text{C}$, індекс Горчинського (1920) зростає від $\sim 33\%$ до $\sim 47\%$. Це свідчить про те, що температурна амплітуда має ключовий вплив на рівень континентальності клімату.

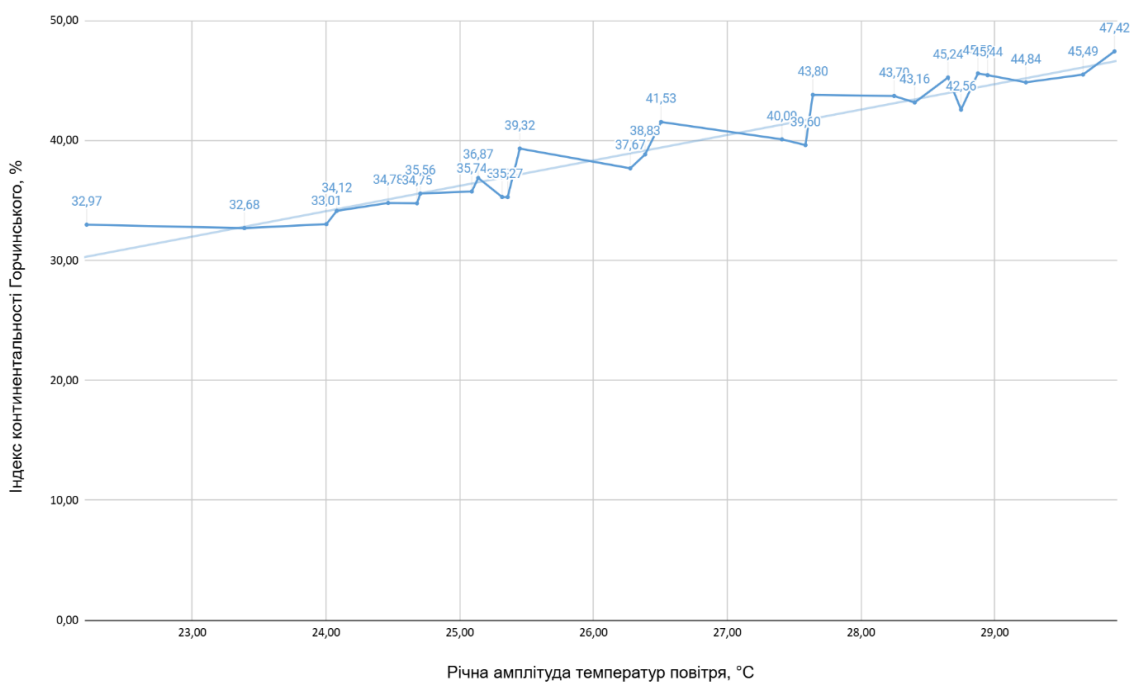


Рис. 3.4. Залежність між річною амплітудою температури повітря і значенням індексу континентальності Горчинського (1920) в Україні. 1991-2020 рр

У розподілі спостерігається також декілька незначних відхилень від загальної лінійної тенденції - наприклад, міста зі схожими амплітудами можуть мати трохи відмінні значення індексу через вплив широти, яка входить у знаменник формули через синус. Саме це пояснює, чому, наприклад, при однаковій або дуже близькій амплітуді (близько 25°C), індекси можуть відрізнятися на 1–2 одиниці залежно від широти розташування пункту спостереження.

Загалом графік підтверджує, що температурна амплітуда є основною рушійною силою варіації континентальності в межах України, а географічна широта - її корегуючим чинником. Саме поєднання цих двох змінних робить індекс Горчинського (1920) досить гнучким та придатним для порівняння кліматичних умов на різних територіях.

3.7. Кластерний аналіз міст України за параметром континентальності клімату

На поданій карті (рис.3.5) зображено результат кластеризації міст України за індексом континентальності. Територія країни умовно поділена на три кластери, кожен із яких має свої особливості континентальності й представлений різним кольором: червоним (кластер 1), зеленим (кластер 2) та синім (кластер 3).

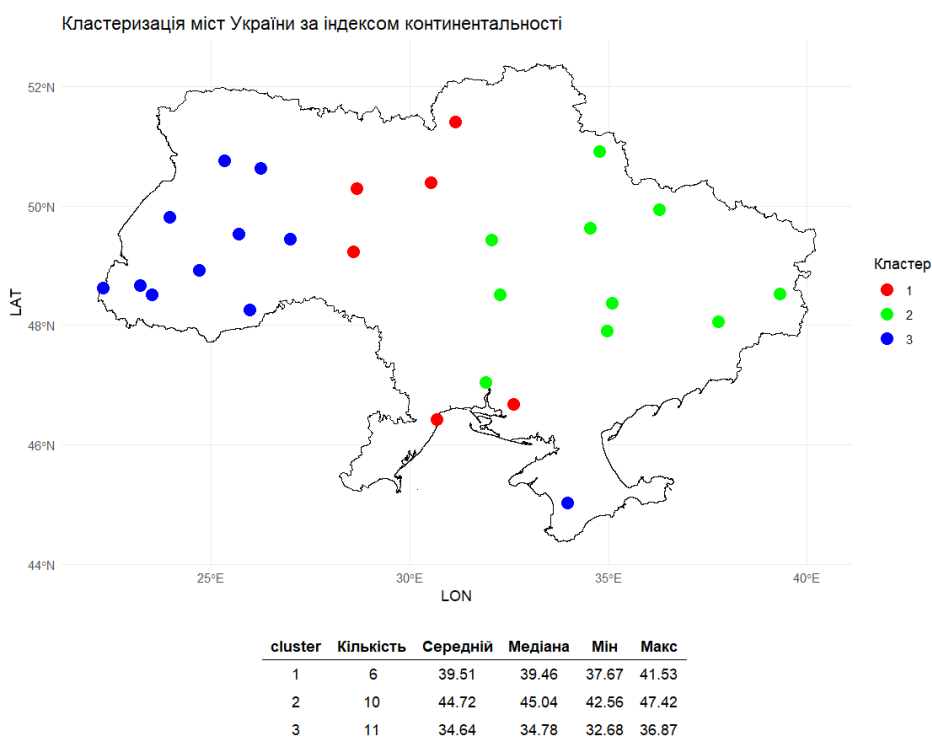


Рис. 3.5. Кластеризація міст України за індексом континентальності Горчинського (1920)

Червоний кластер об'єднує міста з помірним рівнем континентальності - їх лише шість, і вони здебільшого зосереджені у центральній та південній частині країни. Середній індекс континентальності тут становить 39.51%, з коливанням від 37.67% до 41.53%. Ці міста знаходяться ніби на межі між помірно-континентальними та більш контрастними кліматичними умовами.

Зелений кластер, який охоплює 10 міст, охоплює здебільшого схід та південний схід України. Це найконтинентальніша зона, де середній індекс сягає

44.72%, а максимальне значення - 47.42%. Тут відчутніші різниці між порами року, клімат більш жорсткий, із спекотним літом та холодною зимою.

Синій кластер складається з 11 міст, розташованих переважно в західній частині України, а також частково на південному заході та в Криму. Це найменш континентальна зона - із середнім значенням 34.64%. Тут клімат м'якший, що пояснюється близькістю до океанів, а також впливом Карпат або Чорного моря.

Таким чином, карта відображає не просто просторовий розподіл міст за кліматичними характеристиками, а формує цілісне бачення кліматичної мозаїки України. Кожен кластер - це кліматична зона зі своєю динамікою сезонних коливань, яка впливає на природне середовище, сільське господарство, архітектуру та навіть побут місцевих жителів.

3.8. Індекс Північно-Атлантичного коливання (NAO) та його вплив на індекс континентальності K_{Gr} в Україні

NAO (North Atlantic Oscillation) або індекс Північно-Атлантичного коливання - це один із найважливіших атмосферних індексів, який характеризує коливання тиску між Азорським максимумом та Ісландським мінімумом. Він суттєво впливає на циркуляцію повітря в Північній півкулі, зокрема в Європі, а отже, і на клімат України (табл. 3.5).

Таблиця 3.5. Динаміка індексу Північно-Атлантичного коливання.
1991-2020 рр.

Рік	NAO	Рік	NAO	Рік	NAO	Рік	NAO
1991	0,27	1999	0,39	2007	0,17	2015	0,43
1992	0,58	2000	0,21	2008	-0,38	2016	-0,04
1993	0,18	2001	-0,18	2009	-0,24	2017	0,23
1994	0,58	2002	0,04	2010	-1,15	2018	1,08
1995	-0,08	2003	0,10	2011	0,29	2019	-0,32
1996	-0,21	2004	0,24	2012	-0,46	2020	0,29
1997	-0,16	2005	-0,27	2013	0,21		
1998	-0,48	2006	-0,21	2014	0,19		

При позитивній фазі NAO тиск над Азорськими островами вищий за норму, а над Ісландією - нижчий. Це підсилює західне перенесення повітряних мас, що приносить тепліші та вологіші повітряні маси в Європу, зокрема й в Україну. Така ситуація знижує континентальність клімату - зими стають м'якшими, а літо прохолоднішим.

При негативній фазі NAO, навпаки, західне перенесення послаблюється, і в Європу проникають холодні арктичні повітряні маси або сухі континентальні. Це підвищує континентальність - зими стають суворішими, а літо спекотнішим.

В табл. 3.6 наведено кореляцію між індексом континентальності за Горчинським (1920) та індексом Північно-Атлантичного коливання (NAO) для 27 міст України. Упорядковані вони за зростанням значення кореляції - від найсильнішого від'ємного зв'язку до найслабшого. Це дозволяє виявити, наскільки зміни NAO впливають на характер континентальності клімату в кожному окремому місті.

**Таблиця 3.6. Індекс NAO та його кореляція з індексом
континентальності Горчинського (1920)**

Номер	Місто	Географічна довгота, град. сх. д.	Індекс континентальності Горчинського, %	Кореляція К _{ГР} - NAO
2	Чернігів	31,1500	39,60	-0,57
11	Київ	30,5333	40,09	-0,57
22	Суми	34,7833	42,56	-0,55
7	Харків	36,2833	45,49	-0,55
27	Житомир	28,6667	37,67	-0,53
19	Полтава	34,5478	44,84	-0,53
1	Черкаси	32,0667	43,16	-0,53
25	Вінниця	28,5833	38,83	-0,50
12	Луганськ	39,3242	47,42	-0,50
3	Чернівці	25,9667	36,87	-0,49
9	Хмельницький	26,9856	35,74	-0,49
4	Дніпро	35,0833	45,44	-0,48
10	Кропивницький	32,2667	43,70	-0,48
6	Івано-Франківськ	24,7000	34,78	-0,46
26	Запоріжжя	34,9665	45,24	-0,46
23	Тернопіль	25,6833	34,75	-0,46
20	Рівне	26,2450	35,27	-0,44
14	Львів	23,9500	33,01	-0,44
13	Луцьк	25,3333	35,27	-0,44
16	Миколаїв	31,9167	43,80	-0,44
5	Донецьк	37,7667	45,58	-0,42
17	Одеса	30,6851	39,32	-0,40
8	Херсон	32,6101	41,53	-0,40
15	Міжгір'я	23,5074	32,68	-0,32
21	Сімферополь	33,9667	32,97	-0,29
18	Плай	23,1973	34,12	-0,23
24	Ужгород	22,2667	35,56	-0,16

Найсильніша обернена кореляція спостерігається у Чернігові та Києві (по -0,57), що означає: коли значення NAO зростає (тобто в атмосферній циркуляції домінує західне перенесення, з теплими та вологими повітряними масами), індекс континентальності в цих містах знижується - клімат стає м'якшим, з менш різкими сезонними перепадами. Аналогічну тенденцію з подібною силою мають Суми та Харків (по -0,55), що географічно наближені до північного сходу країни.

Далі спостерігається поступове зменшення сили кореляції. Наприклад, у таких містах, як Дніпро, Кропивницький, Івано-Франківськ та інші, показники

становлять від -0,48 до -0,44. Це все ще досить помітний зв'язок, але менш виражений, що може свідчити про більшу роль місцевих географічних чинників, таких як рельєф або віддаленість від океанічного впливу.

Найменший зв'язок між NAO та індексом континентальності спостерігається у міст, розташованих у західній частині України та в Криму: Міжгір'я (-0,32), Сімферополь (-0,29), Плай (-0,23) та Ужгород (-0,16). У цих регіонах вплив NAO найменш помітний, що пояснюється або гірським характером місцевості (Карпати), або впливом морів (як у Сімферополі), що діє як кліматичний буфер і згладжує континентальні коливання.

Загальна тенденція вказує на те, що для більшості міст України існує стабільний обернений зв'язок між NAO і континентальністю клімату, хоча сила цього зв'язку варіюється залежно від географічного положення. Отже, Північноатлантична осциляція залишається одним із ключових факторів, що формує кліматичну структуру регіону, проте її вплив модифікується під впливом локальних природних умов.

3.9. Динаміка змін індексу континентальності в Україні

На прикладі Міжгір'я - одного з найбільш західних і водночас найменш континентальних пунктів дослідження - ми спостерігаємо доволі стабільну динаміку індексу континентальності за Горчинським (1920) упродовж 1991–2020 років (рис. 3.6). Незважаючи на окремі періоди із помітними відхиленнями - як у бік посилення (наприклад, у 2006, 2010 та 2012 роках), так і в бік зниження (1998, 2007, 2018 рр.) - загальна тенденція залишається сталою. Це наочно видно на графіку, де трендова лінія фактично горизонтальна, не демонструючи виразного зростання чи спадання.

Міжгір'я. Динаміка індексу континентальності за Горчинським (1991-2020)

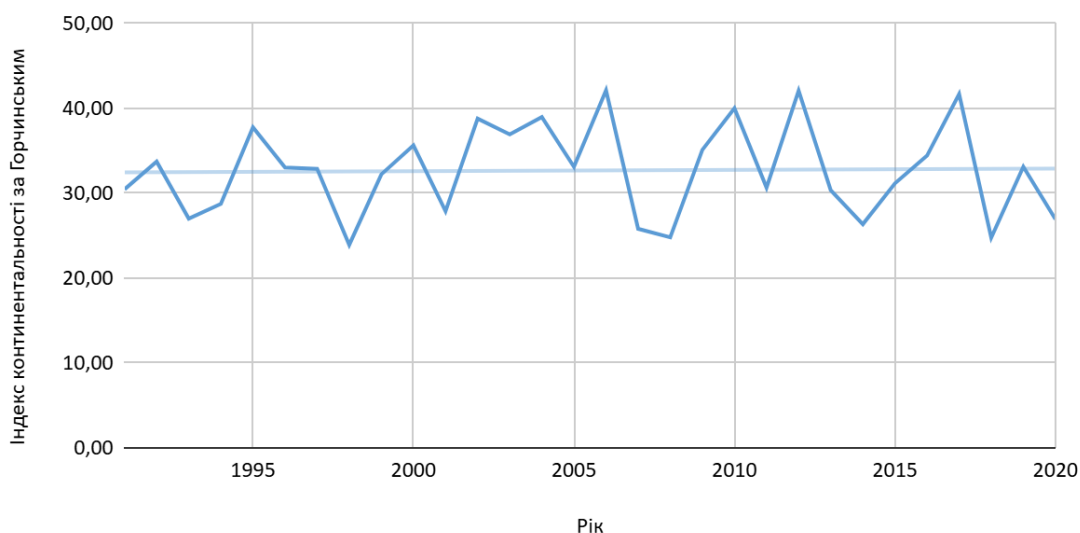


Рис. 3.6. Динаміка індексу континентальності Горчинського (1920) у Міжгір'ї. 1991-2020 рр.

Така стабільність континентального індексу може свідчити про відсутність чітко виражених кліматичних змін у контексті сезонної амплітуди температур у цьому регіоні. Інакше кажучи, хоча клімат і зазнає щорічних флуктуацій, характер співвідношення між зимовими та літніми температурами залишається незмінним. Це особливо показово в порівнянні з іншими містами України, де індекс демонструє більш виразну тенденцію - або до зростання континентальності (через сильніше прогрівання влітку та холоди взимку), або, навпаки, до її послаблення, що може бути наслідком потепління зим.

Таким чином, Міжгір'я, як і частково Сімферополь, виглядає винятком на тлі загальноукраїнських змін: тут ми не фіксуємо ознак трансформації кліматичного режиму в межах аналізованого показника. Це може бути пов'язано з особливостями орографії та географічного положення (наявність гірського рельєфу, західне розташування, близькість до впливу Атлантики), що пом'якшують сезонні температурні контрасти і згладжують можливі кліматичні тренди.

У контексті вивчення змін клімату, саме такі "стабільні точки" можуть бути корисними як референтні зони, що дають змогу контрастно оцінити динаміку інших регіонів. Порівнюючи подібні території зі східними або центральними областями, де континентальність або посилюється, або зменшується, ми отримуємо більш об'ємне уявлення про напрямок і просторову різноманітність кліматичних змін в Україні.

Отже, аналіз динаміки індексу континентальності в Міжгір'ї свідчить про відносну стабільність кліматичних умов за останні три десятиліття, що контрастує з тенденціями, зафіксованими в інших регіонах країни.

На прикладі Луцька (рис. 3.7) ми спостерігаємо дещо іншу динаміку індексу континентальності за Горчинським (1920) у період 1991–2020 років, аніж у Міжгір'ї. Хоча й тут характерна наявність міжрічних коливань, загальна тенденція демонструє слабке, але помітне зростання континентальності протягом трьох десятиліть. Це підтверджується трендовою лінією на графіку, яка має висхідний характер.

Луцьк. Динаміка індексу континентальності за Горчинським (1991-2020)

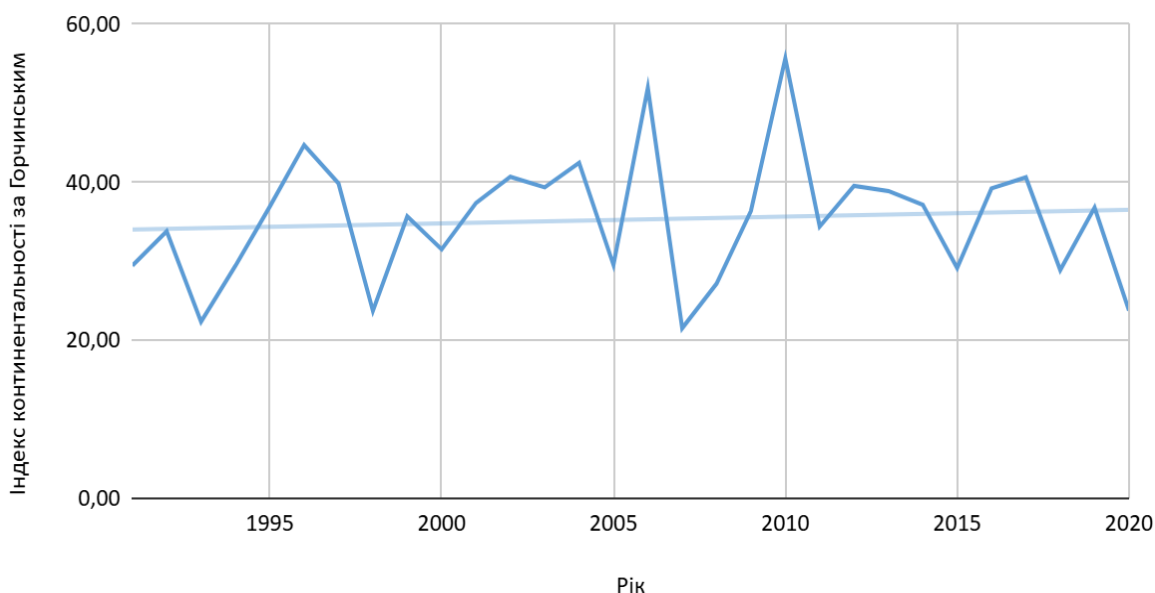


Рис. 3.7. Динаміка індексу континентальності Горчинського (1920) у Луцьку. 1991-2020 рр.

Протягом аналізованого періоду були роки із суттєвим зростанням континентальності - зокрема, у 1996, 2006 та 2010 роках, коли значення індексу перевищували позначку 50%, що є досить високим показником для кліматичних умов Західної України. Водночас, спостерігалися і роки зі зниженими значеннями, зокрема у 1993, 1998, 2007 та 2020, коли індекс опускався нижче 25%.

Незважаючи на ці флуктуації, тренд свідчить про поступове збільшення амплітуди між зимовими і літніми температурами, тобто про зростання континентальних рис клімату. Така тенденція може бути проявом локальних або регіональних змін клімату, зокрема в напрямку посилення сезонних контрастів. У порівнянні з Міжгір'ям, де лінія тренду залишалась практично горизонтальною, ситуація в Луцьку є показовою: тут ми вже фіксуємо слабко виражену, проте стабільну динаміку, яка потенційно свідчить про кліматичну трансформацію.

Таким чином, Луцьк демонструє приклад території, де, попри західне розташування, спостерігається поступове збільшення континентальності. Це можна інтерпретувати як ознаку зміни клімату - у напрямку підсилення контрастів між холодним і теплим сезонами. Таке посилення може бути результатом як глобального потепління, що змінює хід температурних аномалій, так і змін у циркуляційних процесах атмосфери.

Підсумовуючи, у Луцьку, на відміну від Міжгір'я, спостерігається тенденція до зростання континентальності клімату. Це свідчить про наявність змін у сезонній температурній структурі, що можна інтерпретувати як індикатор кліматичних змін у регіоні.

У Києві (рис. 3.8) динаміка індексу континентальності за Горчинським (1920) у період 1991–2020 років демонструє помірно зростаючий тренд, що може вказувати на поступову зміну клімату в бік посилення континентальних рис. На відміну від міст, де трендова лінія залишалася майже горизонтальною (як,

наприклад, у Міжгір'ї), у столиці спостерігається чітка тенденція до зростання температурних контрастів між зимовим і літнім періодами.

Київ. Динаміка індексу континентальності за Горчинським (1991-2020)

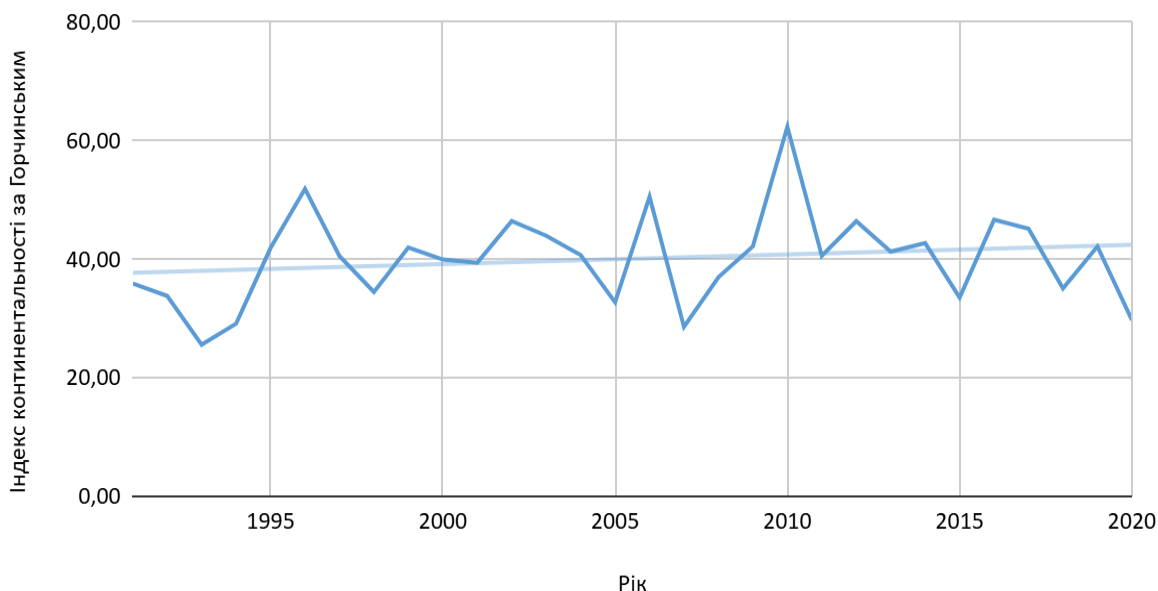


Рис. 3.8. Динаміка індексу континентальності Горчинського (1920) у Києві. 1991-2020 рр.

Протягом аналізованого періоду відзначається ряд різких коливань індексу: у 1993 та 2007 роках спостерігаються найнижчі значення (25,59 та 28,59 відповідно), тоді як 2010 рік відзначився найвищим показником континентальності - 62,36, що є аномально високим значенням у порівнянні з іншими роками. Ці коливання можуть бути зумовлені як локальними погодними особливостями, так і впливом ширших кліматичних процесів, зокрема атмосферної циркуляції та змін у Північно-Атлантичному коливанні (NAO).

Особливої уваги заслуговує відносна стабілізація значень індексу після 2010 року: хоч міжрічна варіативність зберігається, показники залишаються вищими за середні значення 1990-х років. Це може свідчити про нову кліматологічну норму, коли амплітуда температур між сезонами стає більшою, що характерно для континенталізації клімату.

Таким чином, на прикладі Києва можна констатувати, що за останні три десятиліття спостерігається поступове зростання континентальності клімату. Це свідчить про збільшення сезонних контрастів, що є однією з ознак кліматичних змін. Така тенденція може мати наслідки для природних екосистем, аграрного сектору та комфортності проживання в місті в умовах зростаючої кліматичної нестабільності.

У Луганську (рис. 3.9) динаміка індексу континентальності за Горчинським (1920) у період з 1991 по 2020 рік демонструє чітку тенденцію до зростання, що особливо помітно на трендовій лінії графіка. Це вказує на поступове посилення континентальних рис клімату, тобто зростання різниці між середніми температурами найхолоднішого та найтеплішого місяців року.

Луганськ. Динаміка індексу континентальності за Горчинським (1991-2020)

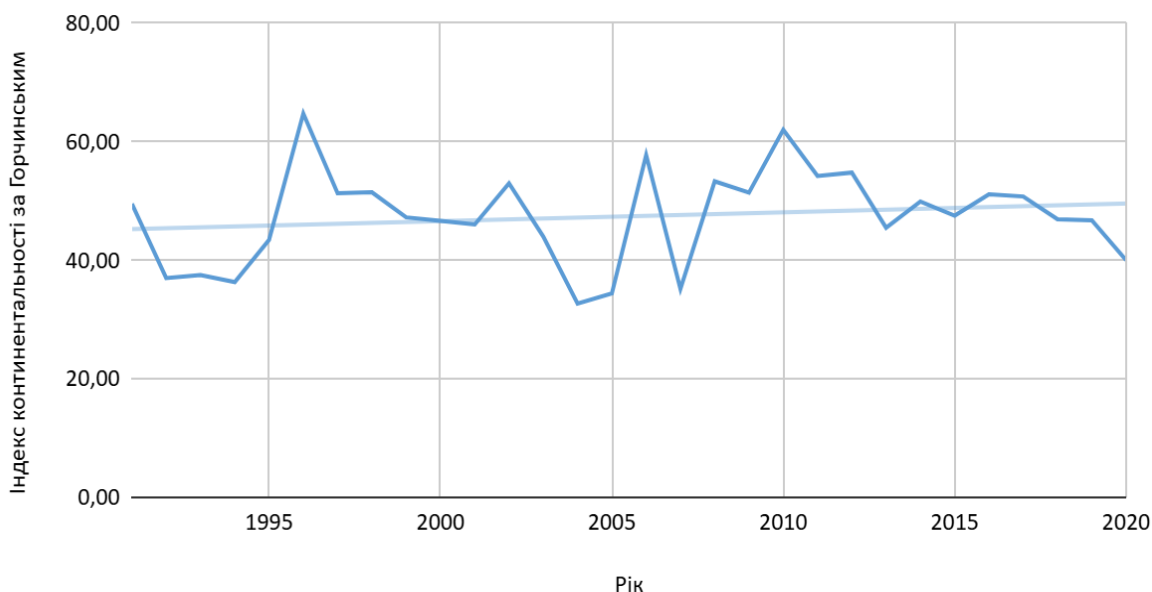


Рис. 3.9. Динаміка індексу континентальності Горчинського (1920) в Луганську. 1991-2020 рр.

Починаючи з 1990-х років, значення індексу коливались у межах 36–50 одиниць, хоча 1996 рік вирізняється піковим значенням - 64,76. Згодом, на початку 2000-х, значення дещо знизились, однак у другій половині періоду (після

2006 року) показники стабільно зростають, утримуючись переважно на рівні 50 і вище. Особливо високі значення спостерігалися у 2010, 2011 та 2012 роках, що може свідчити про періоди з особливо спекотними літами й холодними зимами.

Порівняно з містами західного та центрального регіонів, тут більш виражений континентальний режим, що є типовим для східної частини України. Однак важливо відзначити, що навіть у межах цього вже досить континентального клімату відбулось посилення континентальності, що потенційно свідчить про загальні кліматичні зміни.

Таким чином, ситуація в Луганську демонструє одну з найяскравіших ознак кліматичних змін серед розглянутих міст: підвищення індексу континентальності з часом вказує на зміщення клімату в бік більш вираженої амплітуди сезонних температур. Це підтверджує тенденцію до зростання кліматичної екстремальності, яка може мати істотні наслідки для регіону в екологічному, соціальному й економічному вимірах.

У Сімферополі (рис. 3.10) динаміка індексу континентальності за Горчинським (1920) протягом 1991–2020 років демонструє помірні коливання без яскраво вираженої тенденції до зростання або зниження. Трендова лінія на графіку фактично горизонтальна, що вказує на відсутність значущих змін у континентальності клімату за цей період. Така ситуація є досить подібною до тієї, що спостерігається в Міжгір'ї.

Сімферополь. Динаміка індексу континентальності за Горчинським (1991-2020)

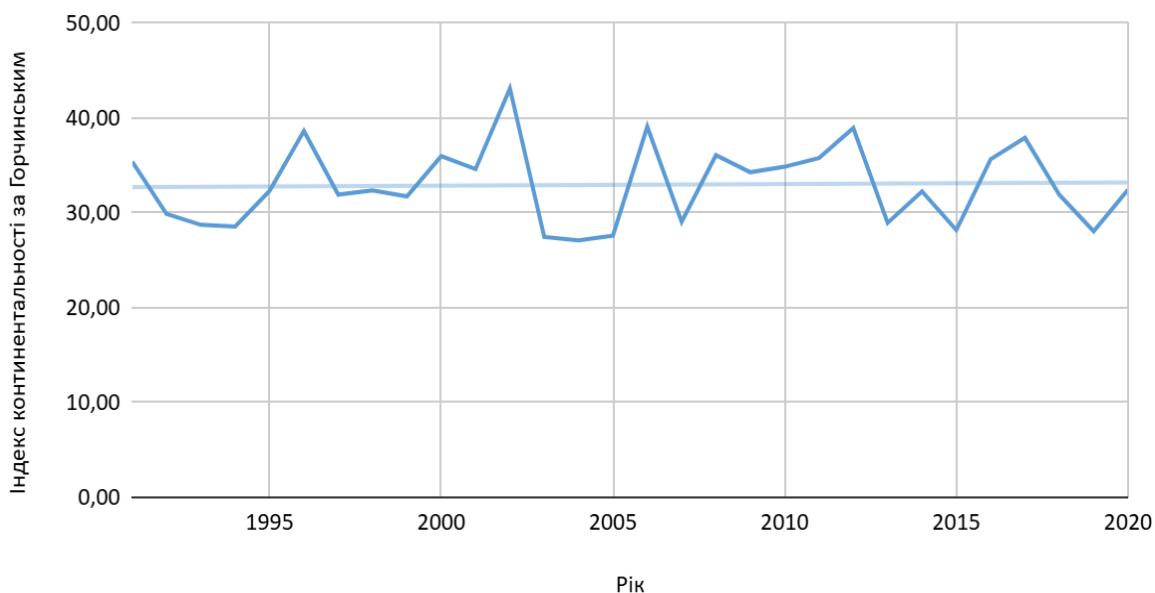


Рис. 3.10. Динаміка індексу континентальності Горчинського (1920) у Сімферополі. 1991-2020 рр.

Індекс коливається переважно в межах від 28 до 38 одиниць, з деякими винятками (наприклад, 2002 рік - 43,13). У загальному ж річні значення індексу досить стабільні, без довготривалих зростань або спадів, які могли б свідчити про поступову зміну кліматичного режиму.

Це дозволяє зробити висновок, що в регіоні зберігається відносно стабільний клімат із незначною динамікою континентальності, що не дозволяє говорити про чітко виражені кліматичні зміни в контексті цього індикатора. Така стабільність може бути пов'язана з географічним розташуванням Кримського півострова, який знаходиться під впливом як морських, так і континентальних повітряних мас, і має певний буфер проти швидких кліматичних зсувів.

Таким чином, Сімферополь, як і Міжгір'я, є прикладом локації, де індекс континентальності не зазнав суттєвих змін, що відрізняє його від таких міст як Луганськ, Київ чи Луцьк, де простежується зростаючий тренд і, відповідно, потенційні ознаки кліматичних змін.

Одеса (рис. 3.11) також демонструє позитивний нахил лінії тренду, що свідчить про тенденцію до зростання континентальності клімату. Водночас цей тренд є менш різким, ніж, скажімо, у Луганську. За своїм характером динаміка в Одесі нагадує ситуацію в Луцьку та Києві - коливання мають компенсаторний ефект, а зміна є поступовою і не надто вираженою. Луцьк, розташований ближче до Атлантичного океану, природно зазнає більшого впливу морського повітря, що пом'якшує сезонні коливання. Проте цікаво, що Одеса, хоча й віддаленіша від океанів, демонструє схожу тенденцію, імовірно через вплив Чорного моря, яке виконує роль регіонального "пом'якшувача" клімату. Таким чином, морське сусідство може частково стримувати зростання континентальних рис, хоча глобальні зміни клімату все ж виявляють себе і тут.

Одеса. Динаміка індексу континентальності за Горчинським (1991-2020)

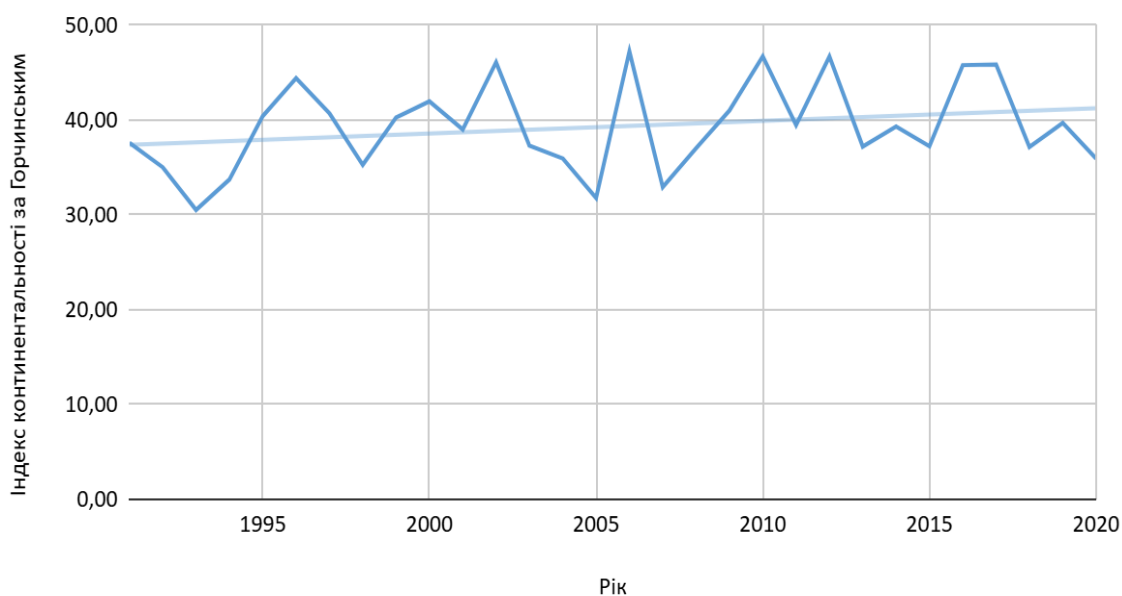


Рис. 3.11. Динаміка індексу континентальності Горчинського (1920) в Одесі. 1991-2020 рр.

У межах аналізу динаміки індексу континентальності було проаналізовано шість міст, відібраних таким чином, щоб охопити основні природно-географічні регіони України. Одне з них - Міжгір'я - розташоване в Карпатах і репрезентує гірський регіон. Луцьк було обрано як представника західної частини країни, де

спостерігається найбільший вплив Атлантичного океану на клімат. Київ - центральне місто, яке має середні кліматичні показники і може вважатися своєрідним буфером між заходом та сходом. Луганськ, своєю чергою, представляє східний регіон, який характеризується найвищим середнім індексом континентальності. Одеса була включена до аналізу як приморське місто півдня, що зазнає впливу Чорного моря. Нарешті, Сімферополь репрезентує Кримський регіон, який поєднує морський вплив із гірським рельєфом.

Аналіз показав, що стабільність кліматичних умов, тобто відсутність вираженого тренду зростання або зниження індексу континентальності, спостерігається в Міжгір'ї та Сімферополі. Це логічно пояснюється їх географічним положенням - наявністю гір у Карпатах і поєднанням гірського та морського впливу в Криму. Луцьк, як одне з найближчих до Атлантики міст, перебуває під впливом океанічних процесів, що пом'якшують клімат, але, попри це, все ж спостерігається певна тенденція до зростання континентальності. Одеса демонструє схожий характер змін - вплив Чорного моря також відіграє пом'якшувальну роль, але не такий сильний, як, наприклад, атлантичний. Імовірно, у випадку Сімферополя додатковим фактором стабільності є наявність гірського масиву поблизу.

Найрізкіша тенденція до зростання континентальності спостерігається у Луганську. Це місто позбавлене будь-яких пом'якшувальних кліматичних чинників - ні морів, ні гір - і перебуває під потужним впливом континентальних процесів, що зумовлює як найвищі середні показники індексу, так і найшвидші темпи його зростання. Київ натомість демонструє середній рівень змін - це типовий приклад перехідного клімату, де немає ні різкої динаміки, ні абсолютної стабільності.

Таким чином, Міжгір'я та Сімферополь залишаються найбільш стабільними в контексті змін континентальності, тоді як Луганськ виявляє найвиразніші ознаки зростання континентальних рис. Луцьк, Одеса та Київ займають проміжне положення, демонструючи помірне посилення континентальності, що може свідчити про поступові кліматичні зміни.

У процесі виконання дипломної роботи було реалізовано всі поставлені завдання, що дозволило комплексно охарактеризувати температурний режим та термічну континентальність клімату України. Кожен із пунктів висновків безпосередньо відповідає окремому завданню, сформульованому у вступі.

Для з'ясування сутності поняття «термічна континентальність клімату» було проаналізовано наукову літературу, охарактеризовано природу цього явища, основні фактори, що його формують, а також виявлено відмінності між різними підходами до його оцінки. Встановлено, що основним індикатором термічної континентальності є амплітуда температур повітря між січнем і липнем.

ВИСНОВКИ

У межах даного дослідження було здійснено комплексний аналіз термічної континентальності клімату України на основі даних температури повітря за сучасний кліматологічний період 1991–2020 рр. Виходячи з мети та завдань роботи, отримано низку важливих результатів, що дають змогу глибше зрозуміти просторові особливості та динаміку цього кліматичного показника.

По-перше, було узагальнено теоретичні підходи до вивчення континентальності клімату, зокрема розглянуто основні типи клімату на території України, фактори, що впливають на їх формування, а також історію розвитку методів кількісного оцінювання цього показника. Особливу увагу приділено індексу Горчинського (1920), який чудово підходить для регіонального аналізу термічної континентальності в межах помірних широт.

У процесі дослідження було відібрано 27 точок спостережень - переважно обласні центри України, доповнені окремими станціями у Карпатах та Криму, що дозволило охопити як рівнинні, так і гірські регіони. Застосовано дані супутникових вимірювань середньомісячної температури повітря із сервісу NASA POWER [24], що забезпечило високу просторову однорідність. Додатково проведено верифікацію з використанням наземних даних метеостанції в Черкасах, АМСЦ.

Температурний режим населених пунктів України відзначається виразною просторовою неоднорідністю. Найтепліші кліматичні умови фіксуються на півдні та південному сході країни, тоді як найпрохолодніші - у північних і північно-західних областях. Зимовий період у більшості міст супроводжується стійкими від'ємними температурами, а найнижчі значення припадають на січень і лютий. Натомість найвищі температури спостерігаються в літній період, особливо в липні, коли у південних регіонах кліматичні показники досягають свого максимуму. Розрахунки індексу континентальності за Горчинським (1920) для кожного міста показали чітку закономірність зростання континентальності в напрямку із заходу на схід. Мінімальні значення зафіксовані в Карпатах

(Міжгір'я, Плай, Львів), що пов'язано з орографічними особливостями місцевості, тоді як найвищі - у східних областях (Луганськ, Харків, Донецьк), де домінує континентальний тип клімату.

Статистичний аналіз виявив сильну позитивну кореляцію між індексом континентальності та довготою, що підтверджує закономірне посилення континентальних рис у напрямку від Атлантики вглиб материка. Водночас залежність від широти виявилася слабкою, що цілком логічно з огляду на її наявність у самій формулі індексу Горчинського (1920). Було також виявлено статистично значущу залежність між континентальністю та річною амплітудою температури, яка виступає ключовим елементом методики розрахунку.

Додатково встановлено, що індекс Північноатлантичного коливання (NAO) демонструє певну кореляцію з термічною континентальністю, однак характер цієї залежності варіюється залежно від географічного розташування населеного пункту.

Картографування індексу дозволило візуалізувати просторову неоднорідність термічної континентальності в межах України. Яскраво простежується її зменшення на заході та посилення на сході, що відповідає загальним географічним закономірностям та підтверджує достовірність отриманих результатів.

Проведений кластерний аналіз також засвідчив наявність чітко виражених регіональних груп міст з подібними характеристиками континентальності. Це дозволяє в майбутньому застосовувати типологічний підхід до регіонального планування та адаптації до кліматичних змін.

Аналіз динаміки на прикладі шести міст показав, що найбільшу стабільність мають гірські й морські регіони (Міжгір'я, Сімферополь), тоді як найвиразніше зростання індексу спостерігається на сході України - у Луганську. Це свідчить про нерівномірність кліматичних змін на території країни.

Загалом, результати дослідження свідчать про актуальність і доцільність використання індексу Горчинського (1920) як інформативного показника для оцінки просторових відмінностей клімату в умовах змін клімату. Дані можуть

бути використані у кліматичному моделюванні, агрокліматичному районуванні, екологічному моніторингу та стратегічному плануванні на регіональному рівні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабиченко В. М., Гущина Л. М., Ніколаєва Н. В. Клімат континентальний. *Енциклопедія Сучасної України, Том 13*. URL: <https://esu.com.ua/article-8462> (дата звернення: 17.06.2025).
2. Затула В. І. Гігрометрична океанічність клімату України / В. І. Затула // Фізична географія та геоморфологія. – 2016. – Вип. 1. – С. 95–100. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/fiz_geo_2016_1_15. – Дата звернення: 17.06.2025.
3. Затула В. І. Річний хід температури повітря та показники термічної океанічності клімату України / В. І. Затула // Фізична географія та геоморфологія. – 2018. – Вип. 1. – С. 77–83. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/fiz_geo_2018_1_13. – Дата звернення: 17.06.2025.
4. Затула В. І., Затула Н. І. Дослідження залежності ступеня континентальності клімату України від географічного положення методами регресійного аналізу. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2015. Т. 36, № 1. С. 130–136.
5. Затула В. І., Затула Н. І. Річна амплітуда температури повітря і континентальність клімату України. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2013. Т. 31, № 4. С. 95–101.
6. Ільїн Ю. П. Морський клімат. *Енциклопедія Сучасної України, Том 21*. URL: <https://esu.com.ua/article-68561> (дата звернення: 17.06.2025).
7. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України / С. М. Степаненко та ін. ; ред.: С. М. Степаненко, А. М. Польовий. Одеса : Вид. „ТЕС”, 2015. 520 с.
8. Колісник П. І. Континентальність клімату України. *Вісник Київського університету. Географія*. 1980. Вип. 22. С. 36–41.
9. Лаврик О. Д. Географія материків і океанів : курс лекцій. Умань : ФОП Жовтий О. О., 2014. 154 с.
10. Половина І. П. Фізична географія Європи. К. : АртЕк, 1998. 271 с.

11. Український гідрометеорологічний центр. *УкрГМЦ - Погода в Україні, гідрологічна та радіаційна ситуація*. URL: <https://www.meteo.gov.ua/ua/news/23-bereznya-vsesvitnii-meteorologichnii-den-Pres-reliz-2021r?PRINT> (дата звернення: 17.06.2025).
12. AR5 climate change 2013: the physical science basis – IPCC. *IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change*. URL: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1> (date of access: 17.06.2025).
13. Bongaarts J. IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. IPCC, 184 p., doi: <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>. *Population and development review*. 2024. URL: <https://doi.org/10.1111/padr.12632> (date of access: 17.06.2025).
14. Bordi I., Fraedrich K., Sutera A. Observed drought and wetness trends in Europe: an update. *Hydrology and earth system sciences*. 2009. Vol. 13, no. 8. P. 1519–1530. URL: <https://doi.org/10.5194/hess-13-1519-2009> (date of access: 17.06.2025).
15. Boychenko S., Maidanovych N. A century-long tendency of change in surface air temperature on the territory of Ukraine. *Geofizicheskiy zhurnal*. 2024. Vol. 46, no. 2. URL: <https://doi.org/10.24028/gj.v46i2.297227> (date of access: 17.06.2025).
16. Climate Prediction Center. North Atlantic Oscillation (NAO) Index Page [Електронний ресурс] // NOAA – National Weather Service. – Режим доступу: <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/pna/nao.shtml>. – Дата звернення: 17.06.2025.
17. GEOGRAFIE – sborník České geografické společnosti. – 2009. – Roč. 114, č. 4.
18. Gorczyński L., Gorczynski L. Sur le calcul du degré du continentalisme et son application dans la climatologie. *Geografiska annaler*. 1920. Vol. 2. P. 324. URL: <https://doi.org/10.2307/519539> (date of access: 17.06.2025).
19. Gorczyński. Sur quelques traits caractéristiques du climat de la Pologne parmi les climats européens. *Географічний огляд*. 1918. Vol. 1, no. 1-2. P. 18–50.

20. Impact of climate change on olive crop production in Italy / F. Orlandi et al. *Atmosphere*. 2020. Vol. 11, no. 6. P. 595. URL: <https://doi.org/10.3390/atmos11060595> (date of access: 17.06.2025).
21. Long-time changes of the thermal continentality index; the amplitudes and the phase of the seasonal temperature variation in Ukraine / S. Boychenko et al. *Geofizicheskiy zhurnal*. 2018. Vol. 40, no. 3. P. 81–96. URL: <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v40i3.2018.137175> (date of access: 17.06.2025).
22. Mikolaskova K. Continental and oceanic precipitation régime in Europe. *Open Geosciences*. 2009. Vol. 1, no. 2. URL: <https://doi.org/10.2478/v10085-009-0013-8> (date of access: 18.06.2025).
23. NASA POWER Project. Methodology Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://power.larc.nasa.gov/docs/methodology/>. – Дата звернення: 19.05.2025.
24. NASA Prediction Of Worldwide Energy Resources (POWER) Data Access Viewer [Электронный ресурс] // NASA Langley Research Center. – Режим доступа: <https://power.larc.nasa.gov>. – Дата звернення: 17.06.2025.
25. Peel M. C., Finlayson B. L., McMahon T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and earth system sciences*. 2007. Vol. 11, no. 5. P. 1633–1644. URL: <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007> (date of access: 17.06.2025).
26. Prediction of changes in the vegetation cover of Ukraine due to climate warming / V. M. Skrobala et al. *Naukovyi visnyk natsionalnoho hirnychoho universytetu*. 2022. No. 4. P. 96–105. URL: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2022-4/096> (date of access: 17.06.2025).
27. Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution / H. E. Beck et al. *Scientific data*. 2018. Vol. 5, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.214> (date of access: 17.06.2025).
28. Sensitivity of typical Mediterranean crops to past and future evolution of seasonal temperature and precipitation in Apulia / P. Lionello et al. *Regional*

environmental change. 2013. Vol. 14, no. 5. P. 2025–2038. URL: <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0482-y> (date of access: 17.06.2025).

29. Trends in the environmental conditions, climate change and human health in the southern region of ukraine / V. Karamushka et al. *Sustainability*. 2022. Vol. 14, no. 9. P. 5664. URL: <https://doi.org/10.3390/su14095664> (date of access: 17.06.2025).

30. Zenker W. Klimatologischer Theil. *Die Vertheilung der Wärme auf der Erdoberfläche*. Berlin, Heidelberg, 1888. S. 68–95. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-662-33087-6_4 (Zugriff am: 17.06.2025).