

**Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»**

---

**Навчально-науковий інститут Природокористування  
Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища  
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра**

студентки Гордіної Ксенії Володимирівні  
(ПІБ)

академічної групи 101-19-1  
(шифр)

спеціальності – 101 «Екологія»  
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – Екологія

на тему: Оцінка впливу кліматичних змін для рослинних угруповань на території  
Українських Карпат

(назва за наказом ректора)

<b>Керівники</b>	<b>Прізвище, ініціали</b>	<b>Оцінка</b>	<b>Підпис</b>
Кваліфікаційної роботи	Бучавий Ю.В.		
<b>розділів:</b>			
Теоретичного	Бучавий Ю.В.		
Практичного	Бучавий Ю.В.		
Охорона праці	Чеберячко Ю. І.		
<b>Рецензент</b>			
<b>Нормоконтроль</b>	Грунтова В.Ю.		

**Дніпро  
2023**

**Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»**

ЗАТВЕРДЖЕНО:  
Зав. кафедри ЕТЗНС

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 року

**ЗАВДАННЯ  
на кваліфікаційну роботу  
ступеня бакалавра**

студентці Гордіній Ксенії Володимирівні академічної групи 101-19-1  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності – 101 «Екологія»

за освітньо-професійною програмою – Екологія

на тему: Оцінка впливу кліматичних змін для рослинних угруповань на території Українських Карпат

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 03.05.23 №322-с.

Розділ	Зміст	Термін виконання
Теоретичний	Охарактеризувати природні умови українських Карпат і прилеглих територій, проаналізувати флору Карпат	01.04 – 29.04 2023
Практичний	Обґрунтувати методи та методику досліджень Провести оцінку реакції видів на кліматичні зміни, дослідити зміни видового складу рослин під впливом дії різних факторів і загроз	30.04 – 28.05 2023
Охорона праці	Провести аналіз небезпечних та шкідливих факторів під час польових та лабораторних робіт	15.05 – 10.06 2023

Завдання видано \_\_\_\_\_

(підпис керівника)

Бучавий Ю.В.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі \_\_\_\_\_

Дата подання до екзаменаційної комісії \_\_\_\_\_

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_

(підпис студента)  
ініціали)

Гордіна К.В.

(прізвище,

**РЕФЕРАТ**

Пояснювальна записка: 82 с., 25 рис., 3 табл., 4 додатки, 54 джерела.

**Об'єкт дослідження** – рослинні угруповання, кліматичні умови.

**Предмет дослідження** – вплив кліматичних змін на рослинні угруповання.

**Мета роботи** – є дослідження наслідків кліматичних змін для рослинних угруповань на території Карпат.

У теоретичному розділі розглянуті природні умови українських Карпат і прилеглих територій, а саме наступні питання: коротка фізико-географічна характеристика; клімат Карпат і тенденції його змін; загальна характеристика клімату Карпат; гідротермічна особливість клімату.

У практичному розділі розглянута методика проведення досліджень, матеріали та методи проведення дослідження а також проведена оцінка реакції видів на кліматичні зміни, а саме розглянуті рідкісні рослини Карпат та можливі зміни їх видового складу під впливом дії різних факторів і загроз та інвазії у флорі Українських Карпат і на прилеглих територіях.

У розділі охорони праці та техніки безпеки питання забезпечення захисту від потенційно шкідливих та небезпечних факторів; вимоги до рівнів шуму та вібрації; вимоги до вентиляції, опалення та кондиціювання, мікроклімату; вимоги до освітлення; вимоги електробезпеки; режим праці та відпочинку; забезпечення пожежної та вибухової безпеки.

РОСЛИННІ УГРУПУВАННЯ, КЛІМАТИЧНІ ЗМІНИ, ПОГОДНІ УМОВИ,  
КАРПАТИ, МАПА ЕФЕКТИВНИХ ТЕМПЕРАТУР, БІОТЕСТУВАННЯ

ВСТУП .....	5
РОЗДІЛ 1 ПРИРОДНІ УМОВИ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ І ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЙ .....	7
1.1 Коротка фізико-географічна характеристика .....	7
1.2 Клімат Карпат і тенденції його змін .....	10
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	29
2.1 Матеріали та методи проведення дослідження.....	29
2.2 Аналіз рідкісних рослин Карпат та можливих змін їх видового складу під впливом дії різних факторів та загроз .....	34
2.3 Фітоінвазії у флорі Українських Карпат і на прилеглих територіях .....	50
2.4 Висновки до розділу 2 .....	61
РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ. <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>	
3.1 Забезпечення захисту від потенційно шкідливих та небезпечних факторів .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
3.2 Вимоги до вентиляції, опалення та кондиціонування, мікроклімату . <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>	
3.3 Вимоги до освітлення лабораторій .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
3.4 Вимоги до електробезпеки при використанні ЕОМ ..	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
3.5 Режим праці та відпочинку .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
3.6 Забезпечення пожежної та вибухової безпеки .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
ВИСНОВКИ.....	64
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	66
Додаток А.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Додаток Б .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Додаток В.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

Додаток Г .....**Ошибка! Закладка не определена.**

## ВСТУП

Глобальна зміна клімату стала однією з найпомітніших екологічних проблем людства. Її наслідки включають небезпечні погодні явища, різкі зміни погодних умов, повені, сильні вітри, зливи, град і посухи, які завдають значної екологічної та економічної шкоди в багатьох частинах світу. За даними Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО), останні три роки були трьома найтеплішими за всю історію спостережень.

Зростаюча непередбачуваність погодних умов загрожує виробництву продовольства, а підвищення рівня моря збільшує ризик стихійних лих.

Згідно з доповіддю Міжурядової групи експертів зі зміни клімату, зміна клімату внаслідок антропогенного впливу була ідентифікована з природних змін з кінця 19 століття, причому лише одна третина змін зумовлена природними причинами, а дві третини - діяльністю людини.

Це пов'язано з концентрацією парникових газів в атмосфері.

Адаптація до глобальної зміни клімату - це процес пристосування природних або людських систем у відповідь на фактичні або очікувані кліматичні впливи, тим самим зменшуючи їхні негативні наслідки і використовуючи сприятливі можливості.

Сприятливі можливості У 2015 році в Парижі світові лідери домовилися обмежити зростання глобальної температури до кінця століття до рівня нижче 2°C і вжити заходів, щоб обмежити зростання температури до 1,5°C.

Проблема глобальної зміни клімату настільки актуальна і багатогранна, що активно обговорюється на багатьох міжнародних форумах, але в Україні їй не приділяється достатньої уваги. Одним з важливих аспектів цього питання є вплив змін клімату на структуру та розвиток біоти. Біота може виступати індикатором стану навколишнього середовища і водночас сильно страждати від цих змін. На відміну від кліматологів, які розробляють сценарії підвищення температури, зміни кількості опадів і частоти стихійних лих, екологів цікавить пошук причинно-наслідкових зав'язків між цими кліматичними факторами та іншими чинниками, що визначають або обмежують розвиток екосистем.

**Метою дипломної роботи** є аналіз та дослідження наслідків кліматичних змін для рослинних угруповань.

**Об'єкт роботи:** рослинні угруповання, кліматичні умови я.

**Предмет роботи:** вплив кліматичних змін на рослинні угруповання.

**Завдання кваліфікаційної роботи:**

- охарактеризувати природні умови українських Карпат і прилеглих територій;
- навести методи та методику досліджень;
- проаналізувати оцінку реакції видів на кліматичні зміни;
- розглянути охорону праці при обробці камеральних даних щодо кліматичні змін.

**Теоретичне та практичне значення одержаних результатів:** інформація з дипломної роботи може у подальшому використовуватись для написання наукових статей та доповідей.

**Структура дипломної роботи:** дипломна робота складається зі вступу, основної частини (чотирьох розділів), висновків до розділів, загальних висновків, списку використаної літератури, додатків. Дипломна робота написана на 84 сторінках основного тексту.

## РОЗДІЛ 1 ПРИРОДНІ УМОВИ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ І ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЙ

### 1.1 Коротка фізико-географічна характеристика

Україна - велика карпатська країна. Частина Карпатських гір, що складається з Карпатських гір, Прикарпатської рівнини та Закарпатської низовини, яка знаходиться на території України, називається Українськими Карпатами. Площа Українських Карпат становить близько 24 000 км<sup>2</sup>, або 11,5% від загальної території Карпат (209 000 км<sup>2</sup>). Карпати розташовані на території ще шести країн Центральної Європи - Румунії, Словаччини, Польщі, Угорщини, Чехії та Австрії. Ці країни утворюють так званий Євро-Карпатський регіон. Карпати - один із найбільших гірських хребтів у Європі. Країни Карпатського регіону тісно пов'язані з річкою Дунай. Вони починаються і закінчуються річкою Дунай [1].

Українські Карпати є фізико-географічною провінцією великої країни Карпатських гір. Це середньовисотні гори з асиметричною структурою з паралельними хребтами, витягнутими з північного заходу на південний схід. Вони складаються з глинистих сланців, алевролітів, вапняків і пісковиків крейдового та палеогенового віку. Гірські хребти складаються з глинистих сланців, алевролітів, вапняків і пісковиків крейдового та палеогенового періоду, а оскільки сланці легко піддаються тріщинам, багато хто з гірських хребтів має пологі схили і зручні перевали. На найвищих гірських масивах (Чорногора, Полонинські гори, Рахівські гори, Чивчини) збереглися стародавні льодовики.

Українські Карпати простягаються з північного заходу на південний схід, що збігається з тектонічними рухами і відповідним поширенням геоморфологічних елементів. Карпатські гори можна розділити на три основні частини: Західні Карпати, Східні Карпати та Південні Карпати. Українські Карпати розташовані на північний захід від Східних Карпат.



Клімат Карпатських гір значно відрізняється від клімату прилеглих рівнин, які формуються в умовах вертикальної зональності. Він характеризується великою кількістю опадів і вологості, тривалими морозними періодами та відносно низькими температурами повітря і ґрунту. У Карпатах топографічні елементи, така як висота, нахил схилів і лісовий покрив, є надзвичайно важливими кліматичними чинниками.

Річна сумарна сонячна радіація коливається від 770 до 4 106 МДж/м<sup>2</sup> на Прикарпатті та 4 399 МДж/м<sup>2</sup> у Закарпатській низовині; середні температури січня становлять відповідно -4,5 °С і -3 °С, а в горах -6 -12 °С. Зими м'які та снігові, з тривалою відлигою, а літо в горах неспекотне та дощове; середні температури липня +19 °С на Прикарпатті, +20 °С на Закарпатті та +10... +7°С.

Річна кількість опадів у передгір'ях становить 500-800 мм, у горах 1 500-2 000 мм, гори і передгір'я надмірно вологі. Снігопади іноді супроводжуються зсувами та лавинами. У деяких місцях лавини можуть бути дуже руйнівними та небезпечними. Велика кількість снігу, що тане, і дощів призводить до швидкого розливу річки Карпати. Швидка течія розмиває береги і забирає бруд, каміння і дерева. Підйом рівня води в річках іноді є стихійним лихом. Повінь річок у Карпатах може статися в будь-яку пору року під час тривалих періодів дощів. Річки Карпатських гір протікають через гірський хребет, утворюючи вузькі долини, і оточені густими зеленими лісами [5].

В Українських Карпатах немає льодовиків і постійної снігової лінії, але взимку з них відкривається панорама засніжених, схожих на казковий зимовий ліс гір. На деяких невеликих ділянках найвищих вершин сніг зберігається до середини літа.

Вологі Карпати мають густу й розгалужену річкову мережу, причому південно-західні схили найбагатші вологою.

Головний басейн Карпатських гір проходить через центральну частину хребта, а північно-західна і центральна частини простягаються вздовж Вододільно-Верховинського хребта. Тут беруть початок річки північно-східного схилу Карпат. До них відносяться річка Сан, що впадає у Вислу, Дністер і його

праві притоки: Тисмениця, Стрий, Свіча, Лімниця, Бистриця Солотвинська і Бистриця Навірнянська. Більшість цих річок витікають із Карпатських гір. На південний схід від Івано-Франківська карпатські річки впадають не в Дністер, а в Прут, який впадає в Дунай. Прут біля Дністра перехоплює всі карпатські річки, найбільшою з яких є права притока Черемош (утворюється з Білого Черемоша та Чорного Черемоша).

В українських Карпатах багато водоспадів, більшість із яких невеликі. Ці водоспади відомі під назвами "гук" (сильний звук, що виникає під час падіння води зі значної висоти) та "шипіння" (звук, що виникає під час пориву води). Більшість річок у Карпатах мають водоспади. Найвідоміший - водоспад Яремче на річці Прут.

У Карпатах є кілька майже невеликих озер. Найбільше - озеро Синевир (Закарпаття), яке розташоване в Карпатському лісі на висоті 989 метрів. Площа озера становить 7 га, а максимальна глибина - 24 метри. Тут розташована база відпочинку. У Карпатах є ще кілька невеликих озер. На річці Теремблі, річці Озерянці (ліва притока річки Теремблі) та інших річках створено водосховища.

У Карпатах зосереджено понад 15% усієї лісової площі України, що становить близько 40% від загальної площі країни, що робить їх найбільшим лісовим масивом в Україні. Серед інших регіонів Карпатських гір Українські Карпати є найбільш густо зарослим лісом регіоном. Тут переважають смерекові та букові ліси. Широко поширені насадження дубових, ялицевих і грабових лісів, особливо в Закарпатській області. У лісовій зоні Українських Карпат виробляється високоякісна деревина, яка має попит на внутрішньому та світовому ринках.

Запаси широколистяних лісів колишніх Карпат зростають у теплом кліматі з надлишковим зволоженням (річна кількість опадів становить 600-750 мм). Тут ландшафт являє собою фрагментовані рівнини і пагорби в передгір'ях на неогенових породах, з буково-дубовими, буковими і буково-грабовими лісами на світло-сірих і сірих лісових ґрунтах. Такі ландшафти поширені на острівних

пагорбах і терасах Закарпатської низовини, для яких характерні дубово-грабові та дубові ліси на дерново-суглинкових ґрунтах [2].

Для Українських Карпат характерні природні компоненти та вертикальна зональність ландшафту. До висоти 400-700 м над рівнем моря в передгірній зоні переважають дубово-грабові та дубові ліси.

Низинна зона лежить між 700 і 1 200 м над рівнем моря. Тут ростуть високостовбурні букові, змішані буково-смерекові та ялиново-ялицеві ліси. У середньогірському поясі на висоті 1 200-1 500 м над рівнем моря переважають ялинові і ялиново-ялицеві ліси. У вищій субальпійській зоні (1 500-1 800 м) ростуть гірська сосна, чорна вільха, ялівець та інші чагарники, а на схилах - гірські луки.

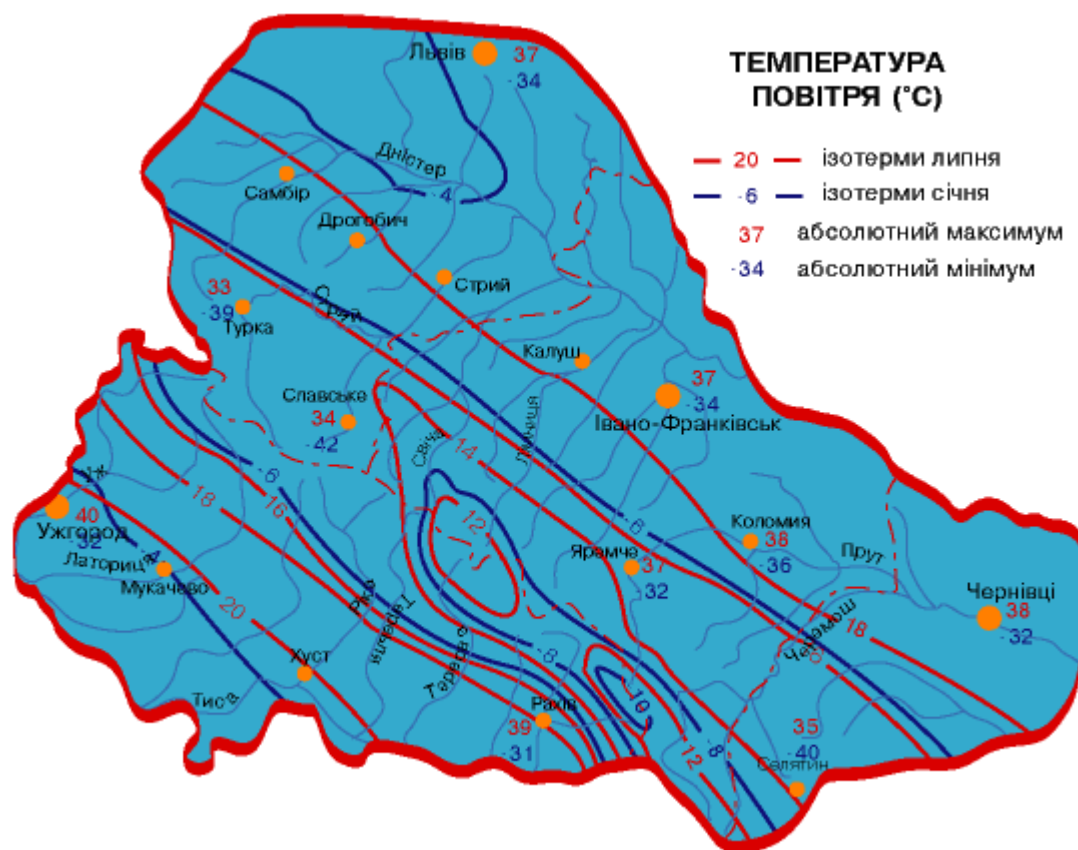
Фауна Українських Карпат особливо характерна для лісового комплексу, зокрема безліч видів птахів (280), ссавців (74) і риб (53). Тут водяться благородний олень, лось, білка, альпійська бурозубка, альпійський бабак, бурий ведмідь, дикий кабан, вовк, лисиця, кріт, з птахів-трипалий дятел, кедрівка, припутень, білозобий дрізд, лісоватинівка, ялиновий шишкар, глухар.

У субальпійській зоні мешкають снігові полівки, сойки і яструби. У водоймах водяться угорська мінога, струмкова форель, бура форель і короп.

## 1.2 Клімат Карпат і тенденції його змін

Метеорологічні елементи є якісними і кількісними показниками фізичного стану атмосфери. Найбільше значення для формування ландшафтів і розвитку сільського господарства мають температурні умови і режим зволоження.

Розташування Карпатських гір у південних широтах помірного поясу та особливості атмосферної циркуляції свідчать про те, що загалом тут наявний досить великий запас тепла. Річний радіаційний бюджет регіону становить 35,8-44,1 ккал/см<sup>2</sup>, з яких близько 20-25 ккал/см<sup>2</sup> на рік витрачається на випаровування і близько 15-20 ккал/см<sup>2</sup> на нагрівання повітряних мас (рис. 1.1.)



**Рисунок 1.1 - Температурні умови у Карпатах**

Однак цей загальний тепловий фон значно змінюється під впливом рельєфу. Температура повітря знижується з висотою. Ізотерми зазвичай слідуєть ізотермічному курсу. Так, середньорічна температура коливається в межах 7-10° на рівнинах, 5° на низовинах, 3° у середньогір'ї та 0,6° у верхніх шарах гір. На вершинах Свидовця і Чорногори вона близька до 0°.

Чим далі в гори, то більш від'ємним стає радіаційний бюджет, а тривалість періоду від'ємних середньомісячних температур значно збільшується. Наприклад, у Закарпатті холодний період триває 2,5 місяця, у Прикарпатті - 3 місяці (грудень-лютий), у горах вище 800-1000 м - 5 місяців (листопад-березень). Найнижчі температури спостерігаються в січні: -3° на Закарпатті та -4 або -5° на Прикарпатті. На кожні 100 м підйому температура знижується на 0,4°. У Турбаті, на висоті 1200 метрів, середня температура січня становить -7,9° С, а у Свидовці та Чорногорі -12° С [7].

Взимку розподіл температур у горах часто буває перевернутим. За слабкої морозної погоди шар щільного холодного повітря стікає схилами в пониження і долини річок. Таким чином, передгір'я (300-500 м), нижні схили хребтів і вершини тепліші, ніж долини невеликих річок.

Починаючи з березня, радіаційний режим стає позитивним. Починається загальне потепління. Стійкий перехід від зими до весни із середньодобовою температурою вище 0°C спостерігається найраніше в третій чверті лютого на Закарпатті та на початку березня на Прикарпатті, у гірських районах весна затримується до середини березня або початку квітня. Цей період характеризується таненням снігу, дзюрчанням струмків, відтаванням ґрунту і появою перших весняних квітів.

Вегетаційний період для більшості дерев та озимих культур розпочинається при середньодобовій температурі вище 5°C, але в різний час - 20 березня на Закарпатті, 1 квітня на Прикарпатті та в середині або наприкінці квітня в горах. У цей час розпускаються перші клейкі листочки. Проте більшість культур починають активно розвиватися лише за температури вище 10°C. Початком цього періоду активної вегетації вважається середина квітня на Закарпатті та кінець квітня в Карпатах. У горах життя починає бурхливо розвиватися лише в середині травня. Випадають перші теплі дощі. Рівнини та схили гір вкриваються смарагдовою зеленню. Розквітають садові квіти. Починається посівна.

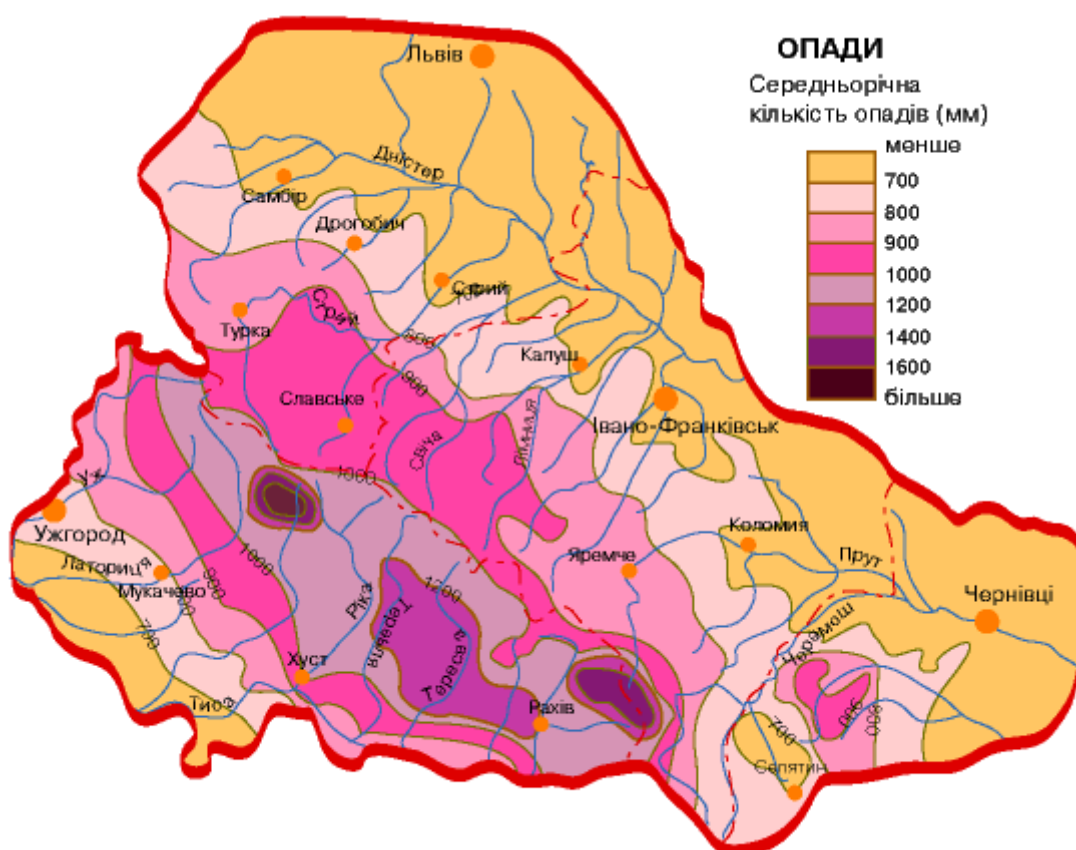
Тривалість вегетаційного періоду та загальна температура протягом нього мають вирішальне значення для росту рослин. У Закарпатті рослинність активно росте протягом 185 днів до середини жовтня, коли температура сягає 3300-2800°C. У Закарпатті цей період триває 185 днів до середини жовтня. У Закарпатті цей період коротший (165 днів) і триває до 10 жовтня, коли температура становить 2800-2200°. У нижніх і середніх гірських районах активний вегетаційний період скорочується до 125-80 днів, а активні температури сягають 1000°. Температурний режим на найвищих вершинах ще більш несприятливий. Тут навіть загальний вегетаційний період не перевищує

90 днів і закінчується до середини жовтня. Сумарні температури не перевищують  $600^{\circ}$ .

Найтепліший місяць - липень. Найвищі середньомісячні температури становлять  $+20^{\circ}\text{C}$  на Закарпатті та  $+18^{\circ}\text{C}$  і  $+19^{\circ}\text{C}$  на Прикарпатті. Цвітуть луки. На полях проростають пшениця та жито. У гірських районах на висоті до 1500 м над рівнем моря середня температура липня опускається до  $10^{\circ}$ ; максимальні температури серпня ще вищі:  $+9^{\circ}$ ,  $+8^{\circ}$ .

Вертикальний градієнт температури влітку становить  $0,7^{\circ}$ .

У жовтні температури все ще позитивні. Настає глибока золота осінь. Повітря чисте та хрустке. Ліси починають скидати своє барвисте вбрання. То тут, то там відчувається наближення холодів: у листопаді температура різко падає. У горах температура вже мінусова. Вершини гір вкриті шапкою снігу. Наприкінці місяця зима спускається з гір на рівнини.



**Рисунок 1.2 – режим зволоження у Карпатах**

Відносна вологість повітря, річна кількість опадів та їхній сезонний розподіл можуть бути важливими показниками наявності вологи на території.

Загалом вологість повітря в Карпатах висока протягом усього року, близька до 80%. Її річний хід протилежний річному ходу температури. Максимальне значення насиченої вологи спостерігається в зимовому повітрі і становить 80-89%. Влітку вона дещо нижча і становить 77%. Весняне повітря найсухіше, але його вологість ніколи не опускається нижче 55% на Закарпатті та 60% на Прикарпатті [10]. Висока вологість повітря в Карпатах зумовлена динамічним підйомом і охолодженням місцевих і прихідних повітряних мас.

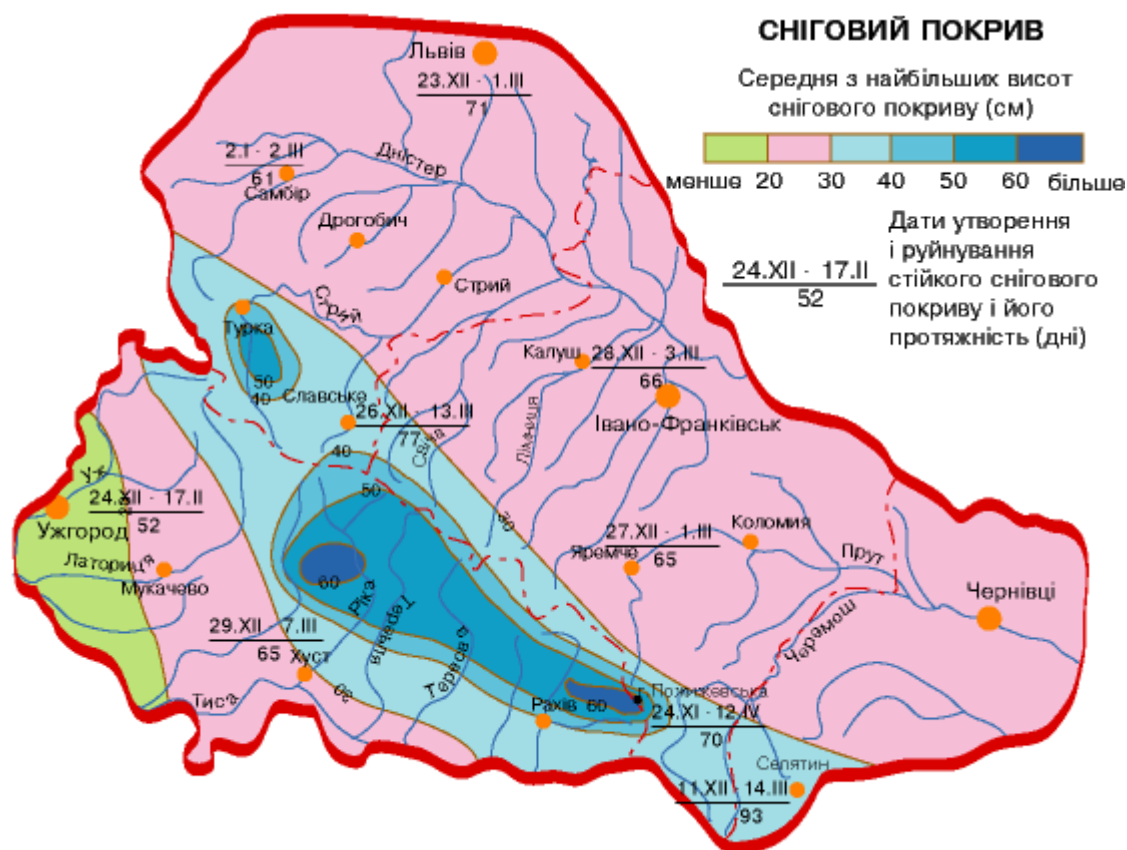
Річна кількість опадів велика. Вона коливається від 600 мм на рівнинах до 1600 мм на вершинах. Просторовий розподіл опадів дуже різноманітний. Основним чинником є висота місцевості. На рівнинах Прикарпаття та Закарпаття на висоті 150-250 м опади помірні й становлять 600-700 мм. Навпаки, у передгірних зонах, розташованих на більшій висоті (300-560 м), вологість вища. Річна кількість опадів становить 800 мм, досягаючи 1000 мм у Закарпатті. У горах кількість опадів швидко збільшується і особливо концентрується на південному заході, у підвітряній частині та на схилах Закарпатських гір. Тут кількість опадів збільшується на 124 мм на кожні 100 м збільшення висоти над рівнем моря [12]. На північному сході, з підвітряного боку, на схилах Карпат, кількість опадів становить 69 мм на кожні 100 м висоти.

У зовнішніх низовинах на висоті 800-1000 м над рівнем моря випадає 800-1200 мм опадів. Середньогірські райони (Полонинський кряж, Горгани, Вулканний кряж, масиви Свидовець, Чорногора та Рахівський масив) на висотах 1500-1800 м характеризуються більшою кількістю опадів - 1000-1400 мм. Найвищі масиви мають найбільшу кількість опадів у Карпатах: 1400-1600 мм. Верховинська Карпатська та Полонинсько-Великодільська низовини, незважаючи на нижчі висоти, мають значно більшу кількість опадів - 800-1100 мм. Це пояснюється наявністю гірських бар'єрів на північному сході - Горганських гір і Полонинського хребта, а також тим, що ці райони розташовані на підвітряному боці.

Описана вище загальна картина розподілу опадів надзвичайно різноманітна і складна, залежить від експозиції окремих геоморфологічних

елементів та їхніх схилів. Наприклад, передгірні улоговини (Станіславська - 500-600 мм) отримують менше опадів, ніж пагорби, що їх оточують (Дрогобич - 800 мм). Річна кількість опадів збільшується на навітряних схилах і зменшується на підвітряних. Наприклад, у Рахівській улоговині на південно-західному схилі випадає 1100 мм опадів, а в селі Верховина, що розташоване на північно-східному схилі та у вищій улоговині, випадає не більше 740 мм опадів.

Структура річної кількості опадів однакова на всій території. Більша їх частина (70-80%) випадає в теплу погоду, переважно у вигляді злив. Найвологіші місяці - червень, липень і серпень. У Закарпатті та на південно-західних схилах пік опадів припадає на червень і жовтень. У Прикарпатті та на північно-східних схилах сильні дощі випадають у липні.



**Рисунок 1.3 – Сніговий покрив у Карпатах**

Взимку опадів випадає мало, в межах 150-450 мм. Особливо мало опадів на північно-східних схилах і в Карпатах. Наприклад, у Дрогобичах із загальної кількості опадів у 792 мм взимку випадає лише 147 мм. Найменша кількість опадів випадає в січні, 20-40 мм біля підніжжя гір. Зимові опади випадають

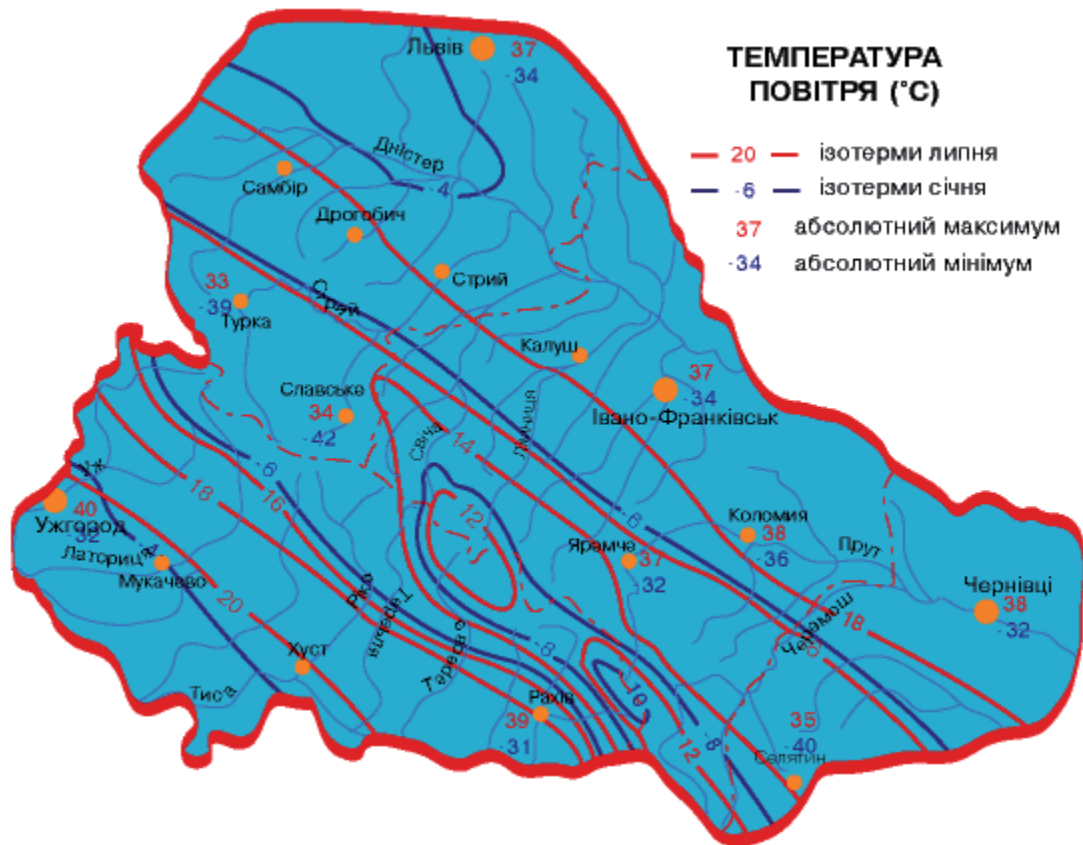


переважно у вигляді снігу. Кількість днів зі снігопадами, тобто тривалість і товщина снігового покриву, у Карпатах є різними [11]. На передгірних рівнинах перший сніг випадає наприкінці жовтня - на початку листопада. Проте стійкий сніговий покрив утворюється лише до кінця грудня. Однак через часте танення сніговий покрив сильно руйнується й іноді зникає зовсім: найтовстіший сніговий покрив (10-30 см) спостерігається в середині лютого, а з кінця лютого до кінця березня сніг повністю тоне. Гірські схили одягаються в пухнасті зимові шати на крок раніше: до кінця листопада місцевість перетворюється на казкове царство снігу і сонця. Сніговий покрив найтовстіший наприкінці лютого - на початку березня: 70-90 см на північно-східних схилах і до 300 см на південно-західних; у квітні сніг тоне; найтовстіший сніг на південно-східних схилах, де він найтовстіший наприкінці лютого - на початку березня. Гори наповнюються дзвоном і шумом гірських струмків.

Сніг повністю сходить 3 квітня на висотах 600-1000 м, 1 травня в гірських районах на висотах 1000-1500 м і в середині травня на більш високих висотах. Період стійкого снігового покриву в гірських районах становить 3-4 місяці. На великих висотах сніг може випадати і влітку [4].

Найбільше значення для формування ландшафтів і забезпечення життєдіяльності живих організмів мають температурні умови та режим зволоження.

Клімат прилеглих до Карпат передгірних рівнин і низькогір'я в основному помірно теплий. Однак такий загальний термічний фон різко змінюється під впливом орографії. Зі збільшенням висоти місцевості зменшується температура повітря (рис. 1.4), при цьому вертикальний температурний градієнт коливається від 0,7–0,8 °C на 100 м висоти в теплий період року до 0,3–0,5 °C у зимовий.



**Рисунок 1.4 - Розподіл липневих та січневих ізотерм у Карпатах**

Наприклад, середньорічна температура біля підніжжя гори становить 7-8 °C, але лише близько 0 °C на вершинах Свидовець і Чорногори.

Тривалість часу, протягом якого радіаційний бюджет є від'ємним, а середньомісячна температура від'ємною, значно більша на більших висотах. Холодний сезон триває 2,5 місяця на Закарпатті, 3 місяці (грудень-лютий) на Прикарпатті та 5 місяців (листопад-березень) у горах вище 800-1000 м над рівнем моря [8]. Взимку розподіл температур у горах часто буває зворотним: холодне щільне повітря стікає і накопичується в пониженнях і вузьких долинах, тоді як на прилеглих гірських схилах і вершинах температура набагато вища.

Низка чинників, що відображають гідротермічний режим, такі як радіація, температура, опади і вологість, важливі для оцінки впливу клімату на зміну екосистеми. Вони можуть бути використані для розрахунку таких показників, як гідротермальний, холодний, континентальний, загальна активна температура і

вегетаційний період, що впливають на розвиток і розподіл біоти і, таким чином, на функціонування екосистеми.

Гірські системи, що характеризуються високими гідротермальними градієнтами, є підходящими моделями для розрахунку відповідних кліматичних показників, які використовуються для встановлення характеру кореляції з балами, що використовуються в методології фітоіндикації. У результаті таких розрахунків відносні бали можуть бути перетворені в абсолютні показники, що дозволяє використовувати дослідження рослинних індикаторів у кліматології, географії та інших суміжних галузях [15].

На підставі опублікованих даних метеорологічних станцій Українських Карпат, розташованих на різних висотах: від найвищих вершин Пожижевська (1430 м) і Плай (1331 м) до Закарпатської низовини, Прикарпаття та Придністров'я, було проведено відповідний розрахунок показників (табл. 2.1), а також побудовано графіки. Слід зазначити, що дані таких метеорологічних станцій іноді можуть суттєво відрізнятися,

Це може бути пов'язано з тим, що вони відображають різні періоди часу. Однією з найважливіших кліматичних характеристик є термічний режим, який можна оцінити за температурним і радіаційним балансом. Останній відображає тепловий баланс між атмосферою і поверхнею суходолу, що ґрунтується на кількості тепла, яке припадає на одиницю площі на рік, з урахуванням витрат на поглинену радіацію і випромінювання. Іншими словами, саме радіаційний бюджет здебільшого визначає енергію, що забезпечує функціонування біологічних компонентів та екосистеми загалом, акумулюючи і передаючи її по трофічному ланцюгу. Цей показник певною мірою можна розглядати як показник, який може бути використаний для оцінки термодинамічних процесів в екосистемах.

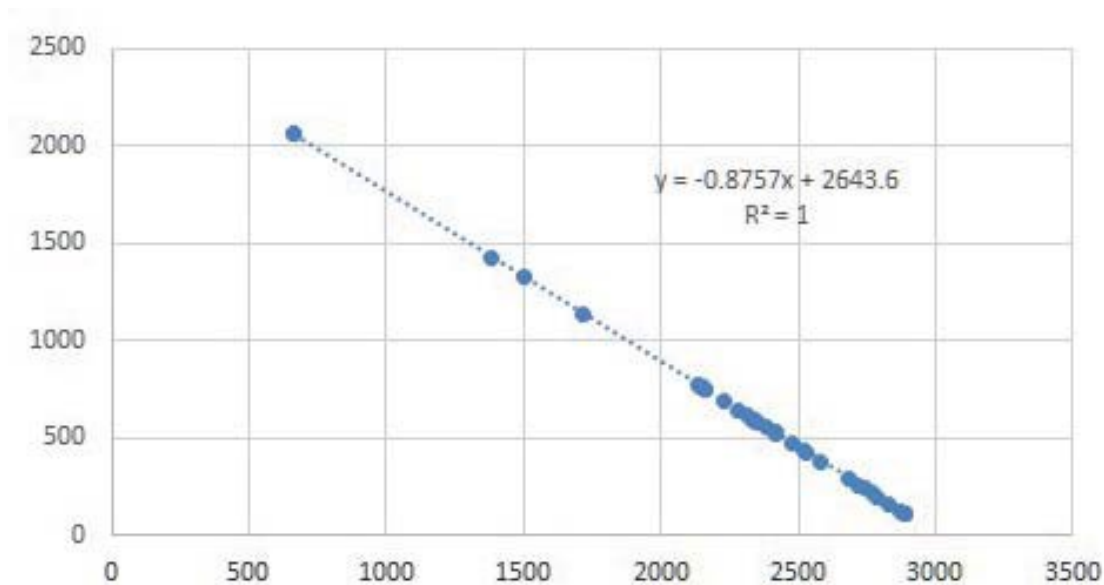
Показник радіаційного бюджету, виражений в одиницях МДж/м<sup>2</sup> (1 ккал/см<sup>2</sup> = 41,9 МДж/м<sup>2</sup>), є корисним для створення відповідних карт, які б враховували регіональні варіації, проте зміни градієнтів висот не знайшли адекватного відображення в літературі, а зв'язок між змінами радіаційного

бюджету та висотою над рівнем моря не був належним чином відображений. проведені розрахунки. Такі розрахунки були необхідні також для побудови екологічних шкал для видів рослин на основі теплових екологічних індексів. На підставі отриманих даних було встановлено, що між змінами цих показників існує пряма залежність (рис. 1.5).

При цьому максимальні рівні радіації характерні для метеорологічних станцій Закарпатської низовини (Берехів - 1851 МДж/м<sup>2</sup>, Ужгород - 1800), а рівень радіації на висоті 1900 м становить лише 645 МДж/м<sup>2</sup>, тобто цей показник зменшується на 67 МДж/м<sup>2</sup> з підйомом на 100 м.

Дуже важливою характеристикою є температура, за якої відбувається активна вегетація ( $t > 10^{\circ}\text{C}$ ) та відповідна загальна кількість днів. На основі даних, що характеризують референтні станції, для різних метеорологічних станцій у Карпатах було розраховано такі показники.

Ці показники знижуються від 2823 °С (хоча на південних схилах біля Виноградова вони досягають 3600 °С, а в Ужгороді за даними М. Б. Барабаша зі співавторами (2007), підвищилися в останні десятиліття від 3047 до 3194 до 938 °С на Пожижевській (1430 м н. р. м.), а на вершині Говерли повинні становити лише 123 °С.



**Рисунок 1.5 – Залежність між змінами радіаційного балансу (x) та висотою над рівнем моря (y)**

Розраховано, що при піднятті на 100 м цей показник знижується на  $143^{\circ}\text{C}$ , тобто майже на стільки, на скільки зросли ці показники на початку ХХІ ст. для м. Ужгород.

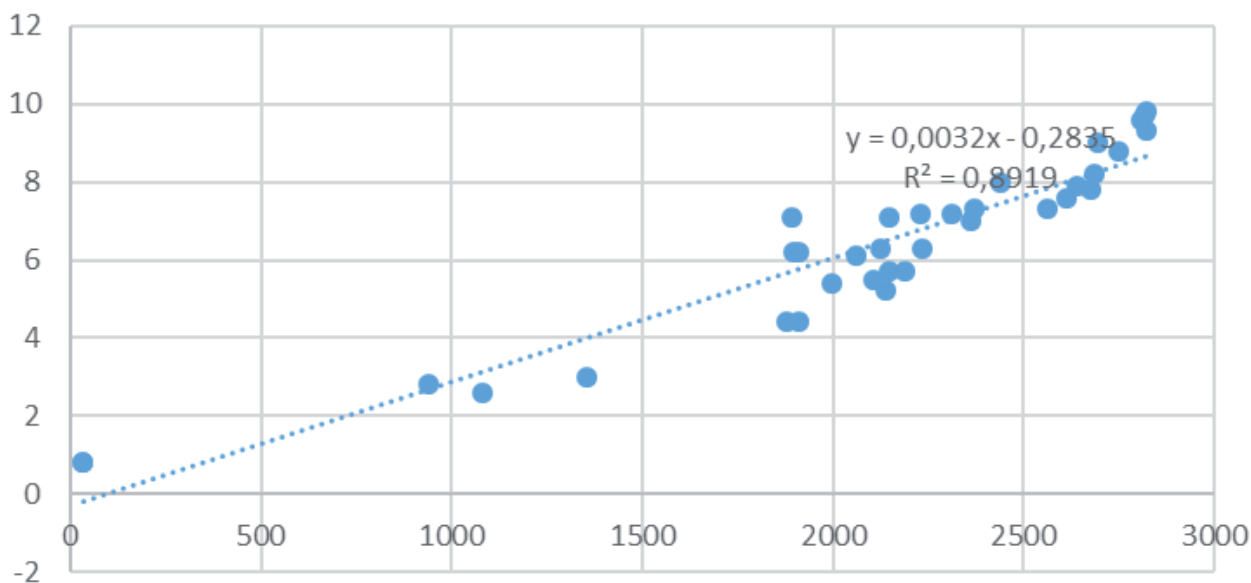
Температура активності сильно корелює ( $r = 0,947$ ) з висотою над рівнем моря. Аналогічно, зворотну кореляцію ( $r = 0,965$ ) виявлено між змінами висоти над рівнем моря та кількістю днів активності рослинності. При цьому остання зменшується до 181 дня на висоті 100-120 м над рівнем моря та 81 дня на висоті 1430 м над рівнем моря. На горі Ховала цей період триває лише понад один місяць (33 дні). Це означає, що зі збільшенням висоти над рівнем моря на 100 м цей показник зменшується на 7,6 днів.

Це справляє суттєвий вплив на розвиток біоти та визначає її висотний розподіл (рис. 1.5 і 1.6).

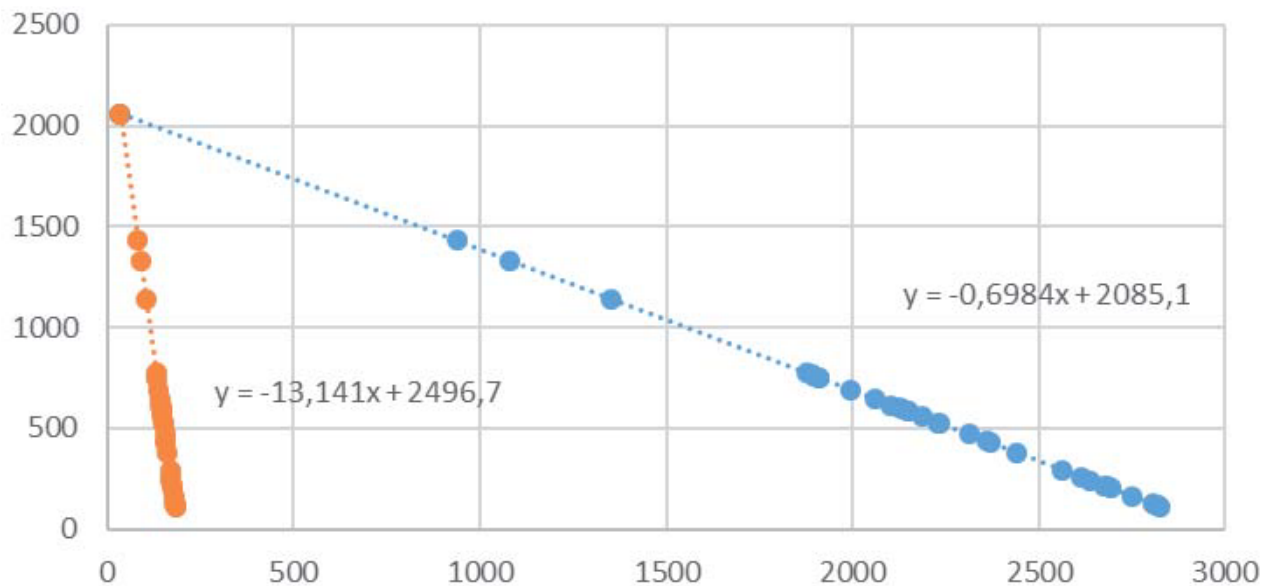
Одним із компонентів температурного індексу є холодний режим, який характеризується середньою зимовою температурою (середня температура січня) та її екстремальними значеннями. Ці показники закономірно змінюються з висотою над рівнем моря. Як видно з графіка, середня температура січня на Закарпатті значно нижча ( $-2,4$  -  $-2,8^{\circ}\text{C}$ ), ніж на Передкарпатті ( $-4,2$  -  $-4,8^{\circ}\text{C}$ ). Градієнт зміни температури на південно-західних макросхилах становить  $0,6^{\circ}\text{C}$  на 100 м, а на північному сході -  $0,5^{\circ}\text{C}$ .

Важливою характеристикою клімату є оцінка його континентальності (контрасторежиму), що визначається впливом площі суші на атмосферу. Розраховані показники на основі метеостанцій Карпат свідчать, що їх амплітуда становить 40-50 % (від 103,3 % (г. Говерла) до 152,5 % (м. Кам'янець-Подільський) (217 м. н.р.м.)) на північному схилі і до 141,5 %, (м. Берегове 115 м н. р. м.) на південно-західному схилі, тобто клімат змінюється від субокеанічного до субконтинентального; на 100 м висоти континентальність знижується відповідно на 2,5 і 2,0 %, тобто градієнт континентальності північно-східного схилу вищий, ніж південно-західного.

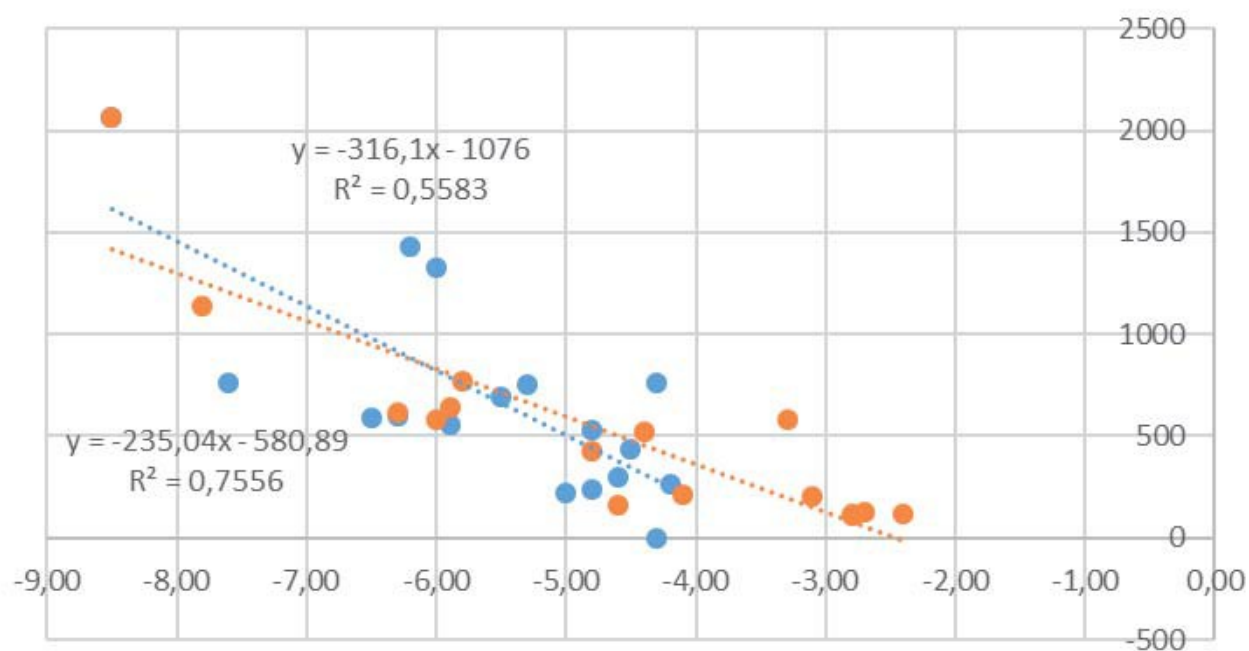
Було встановлено пряmlinійну залежність між зміною цього показника і висотою над рівнем моря та середньорічними, середньолипневими і середньосічневими температурами [12].



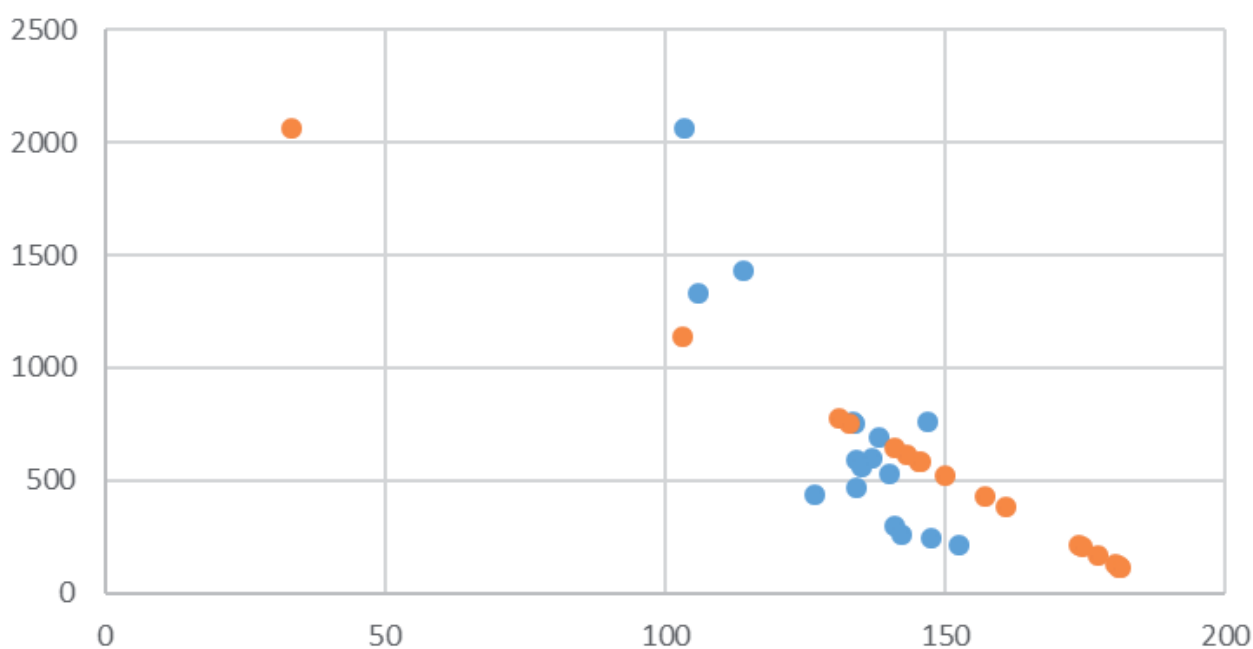
**Рисунок 1.5 – Залежність між зміною суми температур активної вегетації (x) та середньорічних температур (y) в Карпатах**



**Рисунок 1.6- Залежність між зміною кількості днів вегетації (а), сумами активних температур (б) та висотою над рівнем моря в Карпатах**

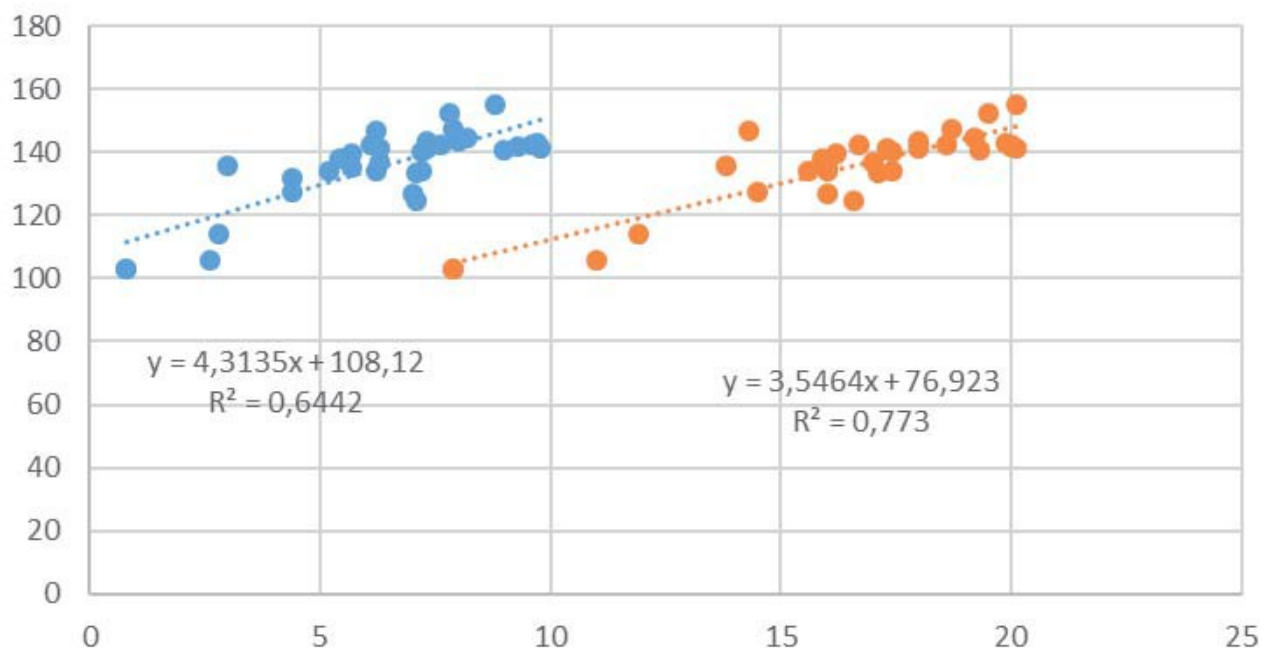


**Рисунок 1.7 - Зміна показників кріорежиму (середньосічневих температур (x)) у Карпатах залежно від висоти над рівнем моря (y)**

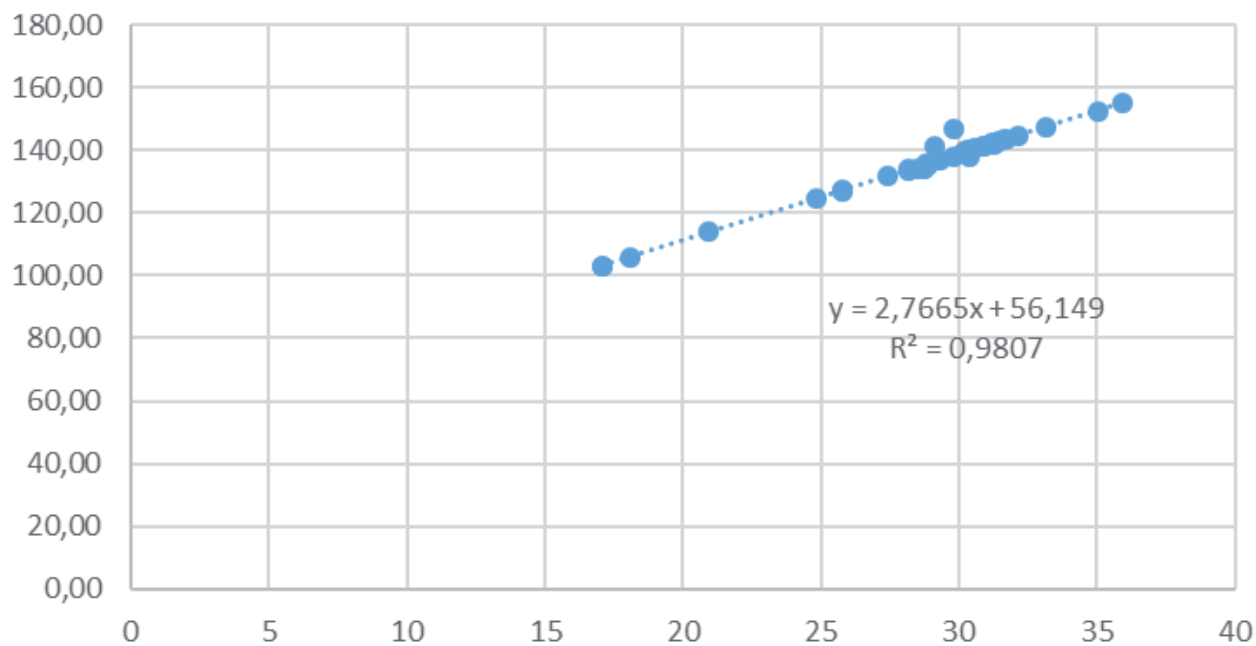


**Рисунок 1.8 - Зміна показників континентальності клімату (%) Карпат залежно від висоти над рівнем моря**

Іншим компонентом клімату є опади, зокрема їх висотний, регіональний та сезонний розподіл. Річна кількість опадів у Карпатах висока і коливається від 600 мм на рівнинах до 1600 мм на вершинах гір.



**Рисунок 1.9 - Зміна показників континентальності клімату (у) залежно від середньорічних (а) та середньолипневих (б) температур**



**Рисунок 1.10 - Залежності між зміною показників континентальності**



Регіональний розподіл опадів різноманітний і визначається орографічною структурою Карпат. Основним чинником є висота місцевості. У Передкарпатті середньорічна кількість опадів коливається в межах 600-700 мм, збільшуючись до 800 мм у передгір'ях. У горах кількість опадів збільшується з висотою, що пояснюється здебільшого теплими та вологими середземноморськими повітряними масами [16]. Проте в літературі наводяться різні дані щодо цього показника: К. І. Геренчук - у горах збільшення опадів на 100 м висоти становить 11% від опадів на рівні 300 м; О. П. Гавриленко - 69 мм на 100 м; М. Москальчук - північний макросхил - 55 мм; Л. І. Воропай і М. М. Куниця - 124 мм на південно-західному макросхилі і 69 мм на північно-східному макросхилі. Очевидно, що останні середньорічні значення сильно варіюють і тому залежать від району, де оцінювався цей градієнт. На вершині головного хребта кількість опадів збільшується до 1400-1650 мм. Загальний розподіл залежить від висоти, але в межах Українських Карпат він нерівномірний. Зокрема, у басейнах річок Сірет і Сучава (Руська-Мокра, Усть-Чорна) та в Чорногірському регіоні (басейни річок Прут, Свіча, Ломниця, Бистриця Солотвинська та Бистриця Надвірна) річна кількість опадів складає до 1500 мм та більше 1000 мм опадів у вегетаційний період (Рис. 1.2.2.9).

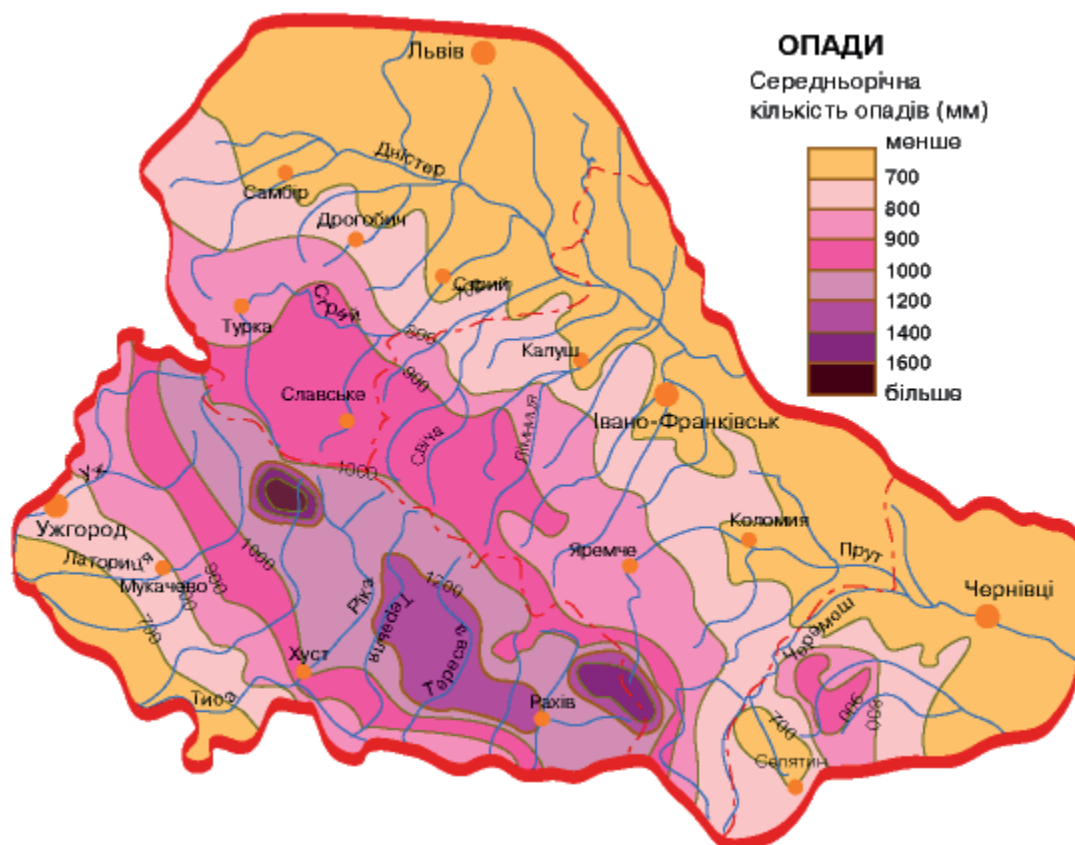
Характер сезонного випадання опадів схожий на всій території. Більша частина (70-80%) випадає в теплу пору року у вигляді дощів, злив і конденсації водяної пари з навісу. Літні місяці є найвологішими. На великих схилах Закарпатських гір максимум опадів випадає в червні та жовтні. Взимку опадів випадає мало, в межах 150-450 мм. Особливо мало опадів випадає на північно-східних схилах Прикарпаття.

У січні кількість опадів становить лише 20-40 мм. Взимку опади найчастіше випадають у вигляді снігу, але часті відлиги можуть призводити до дощів і навіть гроз. Тривалість стійкого снігового покриву також значно варіюється залежно від висоти та експозиції схилів. У Передгір'ї він утворюється наприкінці грудня і досягає максимальної товщини 20-40 см на другий день.

Сніг випадає з кінця лютого до кінця березня і зникає до кінця березня. Тривалість снігового покриву збільшується з висотою, досягаючи 70-300 см, залежно від експозиції схилів [9]. Сніг повністю тане 3 квітня в районах до 600-1000 м над рівнем моря, 1 травня в районах на висоті 1000-1500 м над рівнем моря і наприкінці травня на більш високих висотах. На глибших карасах і північних схилах сніг тане з кінця травня до початку червня.

На найвищих вершинах Карпат у деякі роки сніг може залишатися до початку наступної зими.

Вологість повітря в Карпатах висока і сягає близько 80%. Вологість змінюється протягом року, на відміну від зміни температури (рис. 1.11).



**Рисунок 1.11 - Розподіл середньорічної кількості опадів у Карпатах**

Насиченість вологою спостерігається до 89% у прохолодну пору року і до 77% влітку. Весняне повітря найбільш сухе, вологість знижується до 60-55% на Закарпатті та 65-60% на Прикарпатті.

Важливим показником взаємозв'язку опадів, вологості й температури є омброклімат, який відображає співвідношення сухості й вологості. Омброклімат визначається вологістю атмосфери, опадами, стоком, випаровуванням і температурою [18]. Існують різні методи його кількісної оцінки.

На Закарпатті за останні 40 років середньорічна температура збільшилася з 1,2-1,3 0 С (Рахів та Ужгород) до 1,6 0 С (м. Берегове). При цьому, на відміну від інших регіонів України, найбільше перевищення середньорічного потепління було зафіксоване влітку (липень) - 2,0 0 С у м. Берегове, 2,5 0 С в Ужгороді та 2,4 0 С у Рахові. Аналогічна ситуація спостерігається і в Угорщині. В Угорщині зимові температури практично не змінилися. З іншого боку, середньорічні та сезонні температури змінювалися нерівномірно і стрибками. Найбільш раннє підвищення температури відбулося в гірських районах (Рахів), а лише за десятиліття за ними послідували рівнинні райони, в Берегові та Ужгороді [20].

Ці зміни були зовсім іншими в гірських районах, ніж у сусідньому Північно-Східному регіоні. Наприклад, у горах Говерли (Пожижевська обсерваторія) реєструються тільки середні зимові температури, тоді як у верхів'ях річок Прут і Черемош літні температури також зростають. Таким чином, зміна клімату на Паннонській рівнині відбувається по-різному.

За сценарієм, Карпатські гори виступають як сильніший кліматичний бар'єр, ніж північніші регіони. У Закарпатті температура підвищується в теплу пору року (влітку з максимальними температурами), у горах - влітку та взимку, а в Передкарпатті - в холодну пору року.

Дуже висока ймовірність періоду літньої посухи під час вегетаційного періоду, характерна для лучних територій, може призвести до значніших, масштабніших і глибших змін у структурі екосистем, ніж на макросхилах північного сходу.

Однак у цьому процесі важливу роль відіграють зміни в розподілі опадів, які в поєднанні з температурою визначають зміни в гідротермічному режимі.

Характер зміни кількості опадів протягом 20-го і 21-го століть більш складний, і загальна тенденція відсутня.

У деякі роки літні опади були дуже низькими, а опади часто випадали у вигляді зливових дощів, спричиняючи катастрофічні повені. Іншими словами, у довгострокових змінах кількості опадів спостерігаються коливання, на основі яких можна прогнозувати цикли розвитку цих змінних. Зокрема, зменшення кількості опадів, особливо влітку, сприяло всиханню смерекових лісів, хоча з 2020 року можливе збільшення кількості опадів.

Клімат у межах висотної зони також змінюється. У деяких місцях загальні кліматичні індекси змінилися на індекси мікроклімату, зі значним кліматичним розмаїттям залежно від експозиції та крутизни схилів і структури підстилаючих порід. Таким чином, ці особливості роблять клімат дуже відмінним від зонального клімату, все це визначає гідрологічний режим, характер рослинності та ґрунтового покриву, а також загальні параметри ландшафту.

Сучасний клімат змінюється надзвичайно швидко. Ніколи раніше середня глобальна температура не змінювалася з такою феноменальною швидкістю, що не характерно для природного циклічного процесу. І розвиток подій такий, що види та екосистеми не в змозі адаптуватися до таких швидких змін клімату. Це може призвести до великих економічних втрат, зубожіння населення, зростання безробіття, соціальної напруженості і навіть війн, оскільки люди шукатимуть більш-менш комфортні місця для життя.

### **Висновки до розділу 1**

Українські Карпати - один із найкрасивіших регіонів України. В її межах Карпатські гори простягалися приблизно на 280 км, при середній ширині близько 100 км. Найвужча і найбільш "стисла" центральна частина Карпатських гір проходить територією України.

Карпати багаті різноманітними природними ресурсами і характеризуються унікальними гірськими ландшафтами та низьким рівнем забруднення навколишнього середовища. Рекреаційні ресурси, які ще не повністю освоєні, відіграють ключову роль. Регіон має дуже сприятливі умови для розвитку оздоровчих курортів міжнародного значення. Усі регіони Карпатських гір,

особливо ті, де є унікальні води з високими цілющими властивостями і дуже популярні в усьому світі, такі як Трускавець, Моршин, Свалява та Східниця, є перспективними для розвитку санаторно-курортної справи та туризму.

## РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Матеріали та методи проведення дослідження

В умовах зміни довкілля завдання полягає в тому, щоб забезпечити такий рівень наукових досліджень екосистем, їхніх окремих компонентів і процесів, що дає змогу створювати сценарії, прогнозувати й оцінювати стан довкілля для запобігання несприятливим наслідкам. Для розв'язання цих складних проблем необхідно застосовувати нові підходи та методології, що дають змогу підійти до проблеми оцінювання чинників довкілля, стану екосистем, часових і просторових змін, а також оцінити організацію, стабільність, динаміку та видову поведінку екосистем [21].

Кількісні методи, зокрема математичне моделювання та системний аналіз, відіграють провідну роль у реалізації та розв'язанні таких проблем. Згідно з аналізом міжнародного досвіду, як видно з більш ніж 50 000 публікацій з цієї проблеми за останні 25 років (дані IIASA, Лаксенбург, Австрія, і Міжнародного інституту прикладного системного аналізу), дослідницький інтерес до цієї галузі зростає в усьому світі.

Інформаційні моделі представляють характеристики об'єкта в даній системі у вигляді даних, а математичні моделі формалізують закономірності динаміки об'єкта у вигляді числових співвідношень. Використання таких моделей реалізує основну концепцію спостереження, яка може бути інтерпретована зовнішніми спостерігачами як можливість отримати інформацію про минулий стан і передбачити на основі цієї інформації поведінку в майбутньому.

На основі прогнозів динаміки природних систем можна розв'язувати питання їхнього раціонального використання, збереження та поліпшення.

Оптимізація природних екосистем неможлива. На наш погляд, термін "управління екосистемами" недоречний. Йдеться про обмежені заходи

регулювання, які не руйнують функціонування системи та її сутнісну організацію, що визначає важливість моделювання.

Прикладом статистичної інформації та моделей в екології та біології є база даних (або банк), що містить різні параметри розподілу показників стану популяцій, особин, ботанічних садів, біотопів, параметрів середовища тощо.

Створення баз даних вельми актуальне і для геології. Нині така робота координується на європейському рівні, формується база даних ЕВА, що містить близько 2 млн геоботанічних описів. Однак український матеріал представлений лише фрагментарно, і наразі розглядається питання про створення української інформаційної бази даних "УкрВег".

Це дасть змогу узагальнювати дані та обмінюватися інформацією, а також використовувати багато сучасних програм (наприклад, TURBOVEG, DJUCE).

У дослідженнях біорізноманіття в даний час широко використовуються різні методи математичного моделювання для обробки і відображення масивів баз даних на картографічній основі [13].

Інформаційне забезпечення такого математичного і статистичного моделювання охоплює системи підтримки ухвалення рішень (DSS), географічні інформаційні системи (GIS), системи управління базами даних (DBMS), системи, засновані на знаннях (KBS), системи автоматичного управління (ACS), автоматизоване проектування (CAD), середовища імітаційного моделювання.

Методи ГІС використовуються для картування видів і угруповань та введення цієї інформації в бази даних. Просторовий аналіз цієї інформації, що ґрунтується на розроблених методах, може виявити найважливіші області для вивчення і збереження біорізноманіття або оцінити загрози для місць проживання рідкісних видів. Існуючі методи аналізу ГІС надають можливості для інтеграції інформації про охоронювану біоту і можуть стати основою для проведення комплексних моніторингових досліджень і розроблення заходів зі збереження місцевого біорізноманіття.

Класифікація таксонів та аналіз за екологічними та морфологічними характеристиками є важливими для оцінки розмаїття і вивчення закономірностей

зміни рослинності та можуть передбачити тимчасові зміни, що мають важливе значення на теперішній час.

Для класифікації таксонів було використано метод еколого-ботанічної класифікації Браун-Бланке, який дає змогу проводити відповідні порівняння з рослинними угрупованнями Західної Європи. У даному випадку також важливо зазначити, що значна площа Східних Карпат знаходиться на території Польщі та Словаччини. З іншого боку, основою для виділення місцезростань є одиниця даної класифікації [22].

Для отримання відповідних даних використовувалися геоботанічні описи ділянок 10 x 10 м для типів трав'янистої рослинності та ділянок 25 x 25 м для типів лісової рослинності. Цю інформацію було введено в базу даних для подальшого опрацювання.

На камеральному етапі опрацювання даних було створено відповідну базу даних вегетаційних описів і розраховано індекси екологічних факторів відповідно до шкали рослинних індексів.

У цьому відношенні підходи і методи біоіндикації є перспективними, оскільки в даний час вони широко використовуються і є достатніми. Людство загалом і окремі дослідники отримують надто багато інформації, яку неможливо зрозуміти і перетворити, і існує гостра потреба в її обмеженні та впорядкуванні.

Екосистеми - дуже складні та різноманітні об'єкти, що робить їх дуже важкими для вивчення та потребує використання термодинамічного та синергетичного підходів, відповідних методів дослідження нерівноважних систем, нелінійного розвитку тощо, але компоненти настільки тісно взаємопов'язані та взаємозалежні, що надійне відображення стану й динаміки екосистеми бажано обмежити використання маркерами. У цьому відношенні біоіндикація дає задовільні результати.

Суть біоіндикації полягає в оцінці чинників середовища, екосистем та їхніх змін на основі біологічних характеристик і властивостей. Оскільки така біоіндикація ґрунтується на видовому складі угруповань за геологічними описами, пропонується називати цю методику "синфітоіндикацією" ("син"



означає угруповання). Методика синфітоіндикації ґрунтується на екологічній шкалі, точніше, на шкалі екологічної системи, ґрунтується на використанні даних про екологічну амплітуду видів у відповідь на зміну різних чинників довкілля.

Методологія синфітоіндикації широко використовується і в Західній Європі. Найвідоміші геоботанічні програми - TURBOVEG і JUICE - включають опрацювання геоботанічних описів і розрахунок екологічних індексів за шкалою Г. Елленберга, а з 2012 року до цієї програми включено інформацію за 12 факторами для 3300 видів української флори Ю. П.. Вона пов'язана зі шкалою Дідуха.

Для екологічної оцінки ( $\gamma$ ) ботанічного саду використовується середній бал усіх видів, сума яких відображає середню цінність даного фітоценозу.

Це виражається формулою:

$$\gamma = \sum k_i m_i / n, \quad (2.1)$$

де  $m_i$  - середнє значення показника амплітуди виду по відношенню до певного фактора;

$k_i$  - коефіцієнти трапляння або проективного покриття виду  $i$ ;  $n$  - число видів в описі.

Результати розрахунків вводять у комп'ютер і в інтегровану базу даних екологічних чинників, які використовують для подальших розрахунків, таких як градієнтний, ординарний, кластерний аналіз і метод головних компонент. Базу даних TURBOWEG і відповідна програма обробки, JUICE, були створені на європейському рівні.

На основі численних ботанічних описів були проведені відповідні розрахунки для 12 важливих екологічних чинників ( $H_d$  - вологість,  $f_H$  - зміна вологості,  $R_c$  - кислотність,  $S_l$  - солоність,  $C_a$  - вміст карбонатів,  $N_t$  - вміст мінеральних форм азоту в ґрунті,  $A_e$  - аерація ґрунту,  $T_m$  - термоклин,  $O_m$  - режим омбро,  $K_p$  - континентальність,  $C_r$  - низькотемпературний режим,  $L_c$  - освітленість ценозу).

Одним зі способів відображення взаємозв'язків між ценозами та біотопами у зв'язку з комплексним впливом чинників є побудова дендрограми. Для побудови дендрограм використовуються різні коефіцієнти подібності та відмінності. Найбільш інформативним є використання методу Ворда, заснованого на коефіцієнтах евклідової відстані [25].

Метод симфітоіндикації дає змогу оцінити амплітуду виду за кожним екофактором, тобто оцінити екологічну нішу виду рослин. Оцінка екологічної ніші подається у вигляді багатопараметричної циклограми, осі якої являють собою показники кожного фактора. Амплітуда показує допустимий діапазон показників факторів, тобто відображає специфіку ніші виду.

На прикладі рідкісних видів, занесених до Червоної книги України вельми перспективними видаються спроби відобразити характер розподілу еконіш на основі середнього значення показника кожного чинника та загального показника його перекриття. Використовуючи відповідну методику, засновану на теорії графів, можна відобразити важливі закономірності екологічної та регіональної організації флори.

Таким чином, методологія ізофілетичного відображення на основі розроблених нами шкал і підходів, база геоботанічних описів рослинних угруповань, сучасне математичне обчислювальне обладнання та відповідні програми дають змогу отримати дуже цікаві нові дані та вивести екологічні дослідження на якісно новий рівень.

Один із предметів дослідження - чужорідні види у флорі українських Карпат.

Результати дослідження інвазійних видів рослин ґрунтуються на оригінальному матеріалі (понад 200 ботанічних і 300 геоботанічних описів), отриманому під час маршрутних польових досліджень авторів у Карпатських регіонах України (Закарпатська, Львівська, Івано-Франківська та Чернівецька області) з подальшим кабінетним вивченням. Структурний аналіз інвазійних видів у флорі регіону проводився згідно із загальноприйнятими класичними методами дослідження, а приналежність інвазійних видів до рослинних

угруповань зазначалася згідно з еколого-ботанічною класифікацією рослинності [26]. Групи інвазійних видів рослин, включно з трансформерами, були виділені за схемою, запропонованою Д. М. Річардсоном та іншими. Каталог використовувався для визначення участі інвазійних видів у місцезростаннях.

## **2.2 Аналіз рідкісних рослин Карпат та можливих змін їх видового складу під впливом дії різних факторів та загроз**

Об'єктом дослідження є рідкісні та адвентивні види, які по-різному реагують на зміну клімату. Ці реакції розглядаються з трьох точок зору: скорочення чисельності або навіть зникнення, адаптація та міграція. Що стосується самих рідкісних видів, то багато з них класифікуються як такі, що перебувають під загрозою зникнення. Оскільки популяції цих видів у Карпатах добре вивчені, ми зосередилися на оцінці їхньої екологічної ніші, зокрема оселищ. Ця оцінка ґрунтується на методології фітоіндикації.

З видів судинних рослин, занесених до Червоної книги України, 207 видів зростають у Карпатах, що становить 33,9% від загальної кількості. Оскільки більшість цих видів відомі з 1-2 невеликих локалітетів і є ценофобними, зібрати релевантну інформацію про ценотичні умови зростання та еколого-ценотичні характеристики неможливо. На сьогоднішній день база даних доступних геологічних описів та наші польові дослідження дозволили оцінити 93 екоміцети, що зростають у різних регіонах від високогір'я до рівнин і в різних умовах - від водойм і водно-болотних угідь до кам'янистих угруповань, тобто добре репрезентують різноманіття місцезростань [27].

Економічність - це ознака, яка відображає статус виду в екосистемі, що визначається його адаптаціями, функціями та поведінкою. Відомо, що екологічна ніша - це "рід занять" виду, а оселище - це "адреса", де він мешкає.

У цьому складному понятті Д. Кларк виділив два різні аспекти: "функціональна ніша" визначається структурою, розвитком і роллю виду в екосистемі, тоді як "просторова ніша" визначається зовнішніми факторами,

умовами оселища і самим оселищем. Функціональна ніша характеризується біологією виду, структурою популяції та онтогенетичним розвитком, і оскільки такі оцінки карпатських видів представлені в багатьох дослідженнях, ці питання тут не будуть аналізуватися.

Другий аспект - "ніша оселища" - є не менш важливим і вимагає вивчення умов існування виду. Параметри екологічної ніші виду визначаються показниками споживання ресурсів, а у рослин з різними шляхами ресурсного забезпечення така оцінка базується на екофакторах та показниках умов зростання. Для кожного виду характерні різні розміри амплітуди стійкості до різних факторів. Така інформація є в літературі, але не дозволяє провести порівняльний аналіз економічних ніш та оцінити їх схожість і ступінь перекриття. Ефективним методом такої оцінки є аналіз індексації значущості [28].

Кількісні дані, отримані на основі методу синонімічних показників, що відображають розподіл видів за показниками екологічних факторів (табл. 3.1.1), є основою для подальшої типізації та порівняння економік. Результати таких порівнянь для рідкісних рослин України представлені у вигляді графіків, що відображають комплексний характер умов місцезростань, тобто взаємозв'язок між екологічними складовими господарської цінності різних груп видів (рис. 2.11).

З точки зору фрактального аналізу, такий графік можна розглядати як складну геометричну систему з різним ступенем "заселеності" та ізолюваності/зв'язку з сусідами. З частин цього графа було виділено дев'ять ядер, які відображають положення та взаємозв'язки між карпатськими видами та іншими групами. Водні види мають найнижчий ступінь заселеності та найвищий ступінь ізоляції (ядро 1).

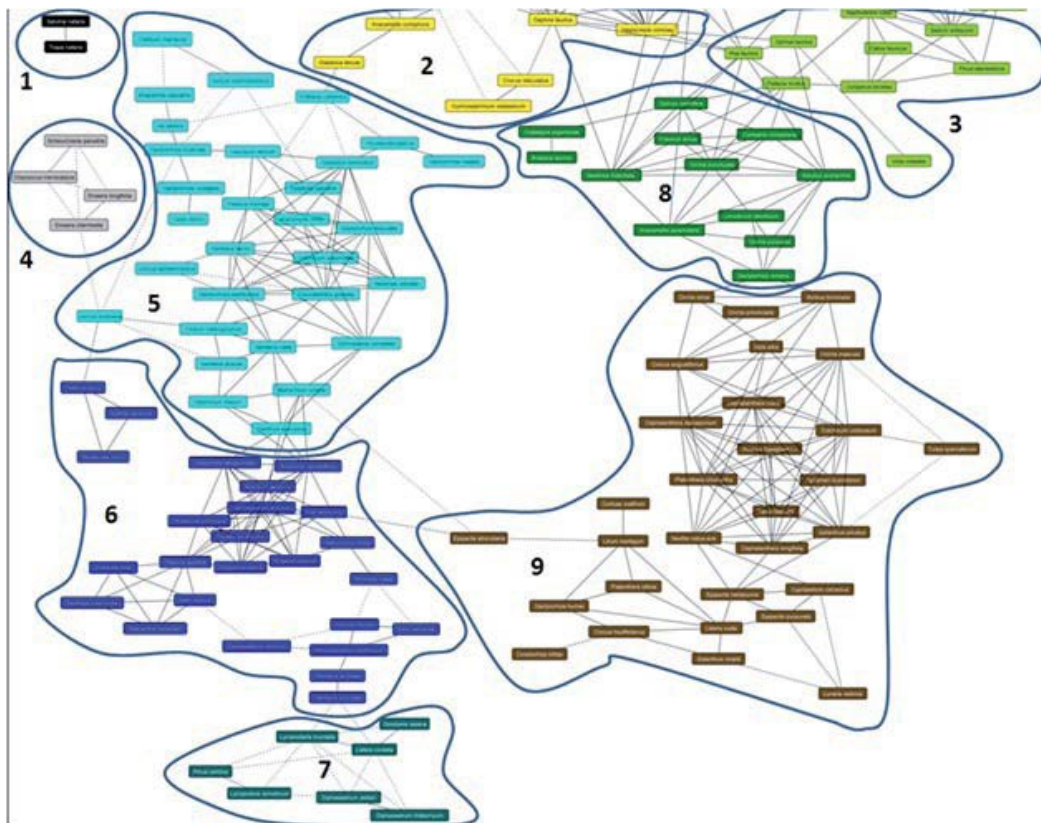
Інші ядра пов'язані між собою, але анаеробні болотні види характеризуються дуже слабкими зв'язками і найбільше схожі на види, що ростуть у перезволожених умовах. Останні слабо пов'язані з ядрами, утвореними луговими та відслонювальними видами, і більш тісно пов'язані з

самими субальпійськими та альпійськими видами, але ізольовані від ядер інших видів. Натомість ядра альпійських видів також тісно пов'язані з ядрами бореальних видів і різко відокремлені від нелісових рослин родини *Kerckophageteae*. Останні асоціюються з флорою світлих теплолюбних лісів (клада *Quercetea pubescenti-petraeae*), які поступово мігрують на лучні каскади і в більш південні теплолюбні рідколісся і луки, розташовані за межами Карпат. Графік дає певне уявлення про екологічний розподіл видів в екосистемі рослинних угруповань, але він далеко не повний, оскільки аналіз базується на вибірці галофільних видів, занесених до Червоної книги України [40].

Водночас було проведено аналіз співвідношення видів за екологічними факторами.

Ці дані лягли в основу розрахунку подібності екологічних ніш до сумарного (кумулятивного) впливу екологічних факторів, як показано на рисунку 3.1.2. На рисунку 2.1 коефіцієнти евклідових відстаней показані у вигляді дендрограми, побудованої на основі розрахунку коефіцієнтів відстаней.

"Полюси" дендрограми займають рівнини (ліворуч) і височини (праворуч); на рівнях 10 і вище дендрити поділяються на чотири нерівні кластери, що представляють класи оселищ, а кожен кластер містить кілька типів (підтипів), позначених цифровим індексом.



1 – види водойм, 2 – види лучних степів та відслонень, 3 – види розріджених ксерофільних лісів та степів, 4 – види оліготрофних боліт, 5. – види перезволожених травянистих ценозів, 6 – види субальпійського та альпійського поясів, 7 – види хвойних лісів, 8 – види освітлених листяних лісів, 9 – види неморальних лісів.

**Рисунок 2.1 – Графічне зображення співвідношення різних груп видів Карпат та сусідніх територій за умовами існування**

Кластер	Hd	Ae	fH	Tm	Cr	Sl	Rc	Kn	Ca	Nt	Om	Lc
C												
D122												
A												
B												
D121												
D13												
D14												
D11												
D211												
D22												
D212												

**Рисунок 2.2 - Закономірності зміни показників екофакторів, що відображають типи оселищ рідкісних видів флори Карпат**

На рис. 2.2 показано, що найвищі значення більшості екофакторів характерні для водних (А) та лучно-пасовищних (В) видів, які є екстремальними для регіону. Інший полюс екстремальних умов (мінімальний показник) характеризується бореальними (D211), болотними (С) та альпійськими (D212) системами, розвиток яких лімітується повільним таненням снігу в пониженнях. Болотні системи (С) характеризуються мінімальним показником більшості елементів, у тому числі термічного режиму, і є одними з найбільш загрозливих з точки зору можливості зникнення, враховуючи тенденцію зміни клімату (видобуток торфу з підвищенням  $T_{0C}$ ).

Оптимальні умови характерні для нелісових (D121) та лучних (D122), а комфортні - для гірських видів (D13, D14, D11, D22), деякі з яких, особливо температурний режим, знаходяться в діапазоні мінімальних меж.

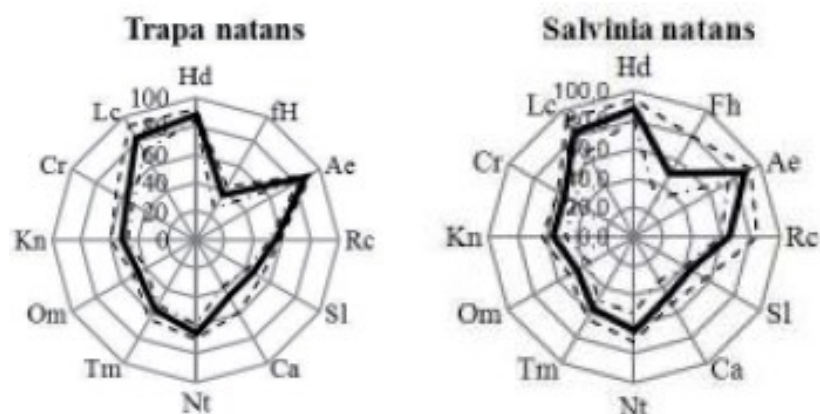
Побудова екосистем у вигляді багатопараметричної циклограми дає можливість оцінити їх екологічну цінність, специфічність та порівняти показники екофакторів.

Кластер А - містить два водні види, *Trapa natans* та *Salvinianatans*, які екологічно суттєво відрізняються від інших видів (рис. 2.3). Ці види характеризуються наявністю у штучних водосховищах та каналах Закарпаття, а також тим, що їхні популяції зростають зі збільшенням рівня евтрофікації. Оселища цих видів характеризуються анаеробними умовами, температурою, солоністю, рН, мінеральними формами азоту та найвищими показниками континентальності [29].

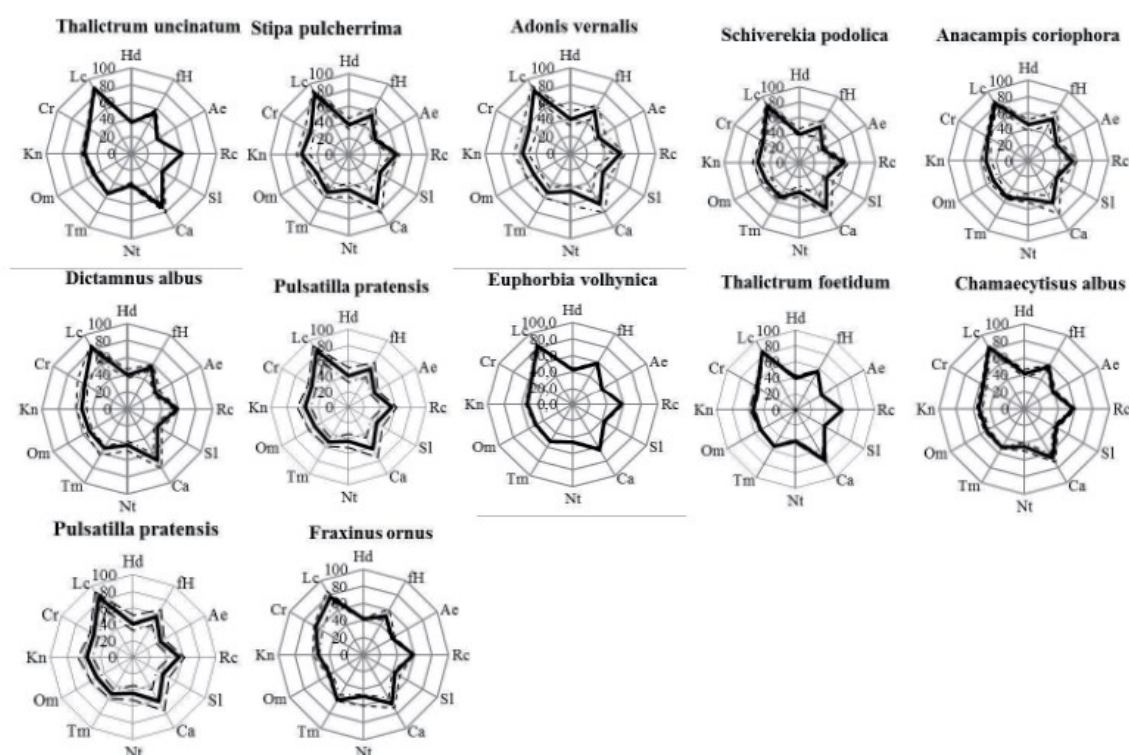
Висока континентальність і низький рівень омброрежимів зумовлюють збільшення чисельності популяцій цих видів в Україні та зменшення їх на заході.

Популяції збільшуються в Україні і зменшуються на заході Європи, тобто на південь від Атлантичного океану, зі збільшенням показників омброрежиму і зменшенням континентальності. З іншого боку, біотопи з більш високим температурним режимом і вмістом нітратів, ніж у інших водних угруповань, розвиваються, коли вода добре прогріта і течія слабка, тобто не в природних прісних водоймах, а на невеликих глибинах, наприклад, у водосховищах і

каналів. У долинах Дністра та його притоки у Карпатах, де таких умов немає, очікується збільшення чисельності та щільності популяції, яка не становитиме загрози на цій території.



**Рисунок 2.3 – Екологічні характеристики екологічних ніш рідкісних водних видів Закарпаття**



**Рисунок 2.4 – Екологічні характеристики екологічних ніш рідкісних видів рослин ксерофільних розріджених лісів, лучно-степових угруповань**

Кластер В включає види з наступних груп: Посухостійкі рідколісся, узлісся, лучно-степові угруповання та відслонення: *Chamaecytisus albus*, Ch.



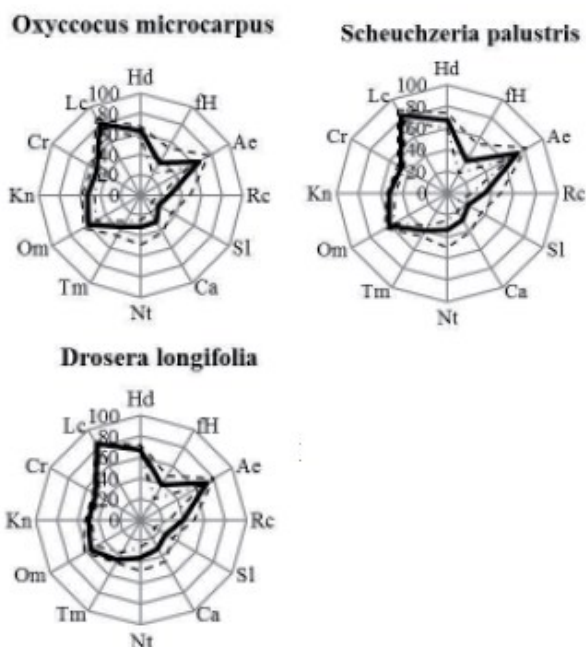
*blockianus*, *Ch. podolicus*, *Orchis purpurea*, *Fraxinus ornus*, *Anacamptis pyramidalis*, *Pulsatilla pratensis*, *Dictamnus albus*, *Euphorbia volhynica*, *Anacamptis coriophora*, *Sedum antiquum*, *Thalictrum uncinatum*, *Schivereckia podolica*, *Fritillaria meleagroides*, *Stipa pulcherrima*, *S. tirsia* та *Adonis thevernalis* (Рис. 3.1.4). Більшість з цих видів перебувають під загрозою не прямо, а опосередковано через зміну кліматичних факторів. В останні роки на пасовищах інтенсивно розвиваються чагарники, утворюючи вторинні ліси і, як наслідок, зменшуючи їхнє середовище існування. Однак деякі з цих видів перебувають під загрозою зникнення. Зокрема, *Anacamptis pyramidalis* зустрічається в Українських Карпатах, на території Буковинських Карпат (хр. Струнгіл, с. Банилів-Підгірний, Сторожинецький район, Чернівецька область). Вид поширений у кількох локалітетах, приурочений до лучних угруповань на карбонатних ґрунтах [26]. Нерегулярне косіння, повне припинення косіння та зменшення кількості опадів призвели до того, що ці луки стали густо вкриті ялівцем звичайним (*Juniperus communis*).

В результаті сонячна радіація в цих угрупованнях зменшилася, кислотність ґрунту підвищилася, а більшість карбонатних видів зникла.

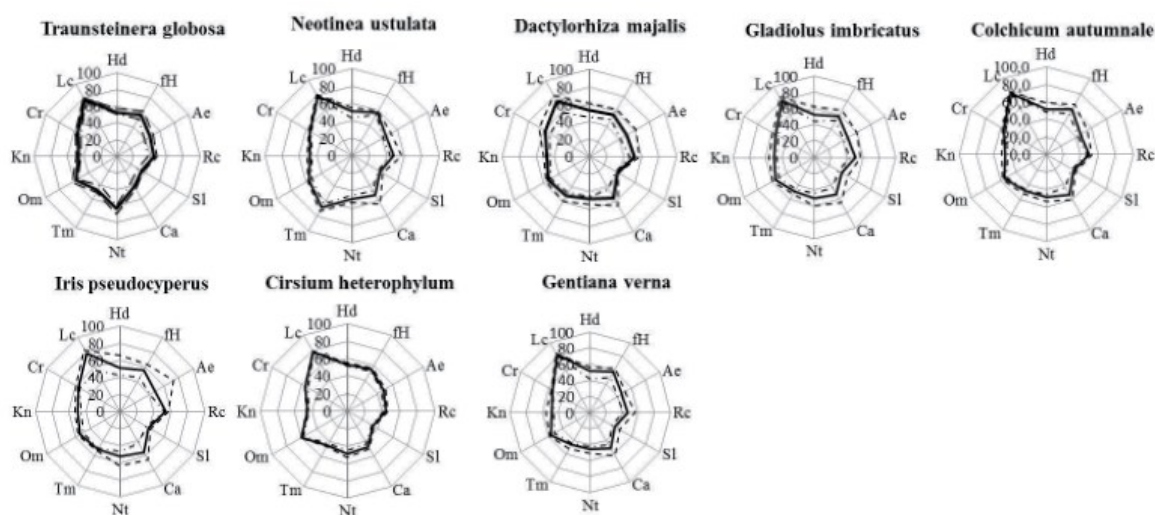
Більшість карбонатних видів, включаючи *Anacamptis pyramidalis*, зникли з пасовищ. Кластер С містить лише три види верхових водно-болотних угідь: *Oxycoccus microcarpus*, *Scheuchzeria palustris* та *Drosera longifolia* (Рис. 3.1.5). Ці види поширені дуже локально, і їхня чисельність скорочується через погіршення гідрологічного режиму. Підвищення температури та збільшення неоднорідності опадів може призвести до значного скорочення популяцій цих видів.

Кластер D включає види, які ростуть у гірських районах від лісового до альпійського (високогірного) поясу. У свою чергу, цей кластер можна розділити на дві частини: Кластер D1 - включає види зі степів, D11: *Ligularia bucovinensis*, *Dianthus speciosus*, *Traunsteinera globosa*, *Colchicum autumnale*; D12: *Neotinella ustulata*, *Cirsium heterophyllum*, *Orchis militaris*, *O. mascula*, *Iris pseudocyperus*, *Gladiolus imbricatus*, *Gentiana verna*, *Dactylorhiza sambucina*, *D. maculata*, *D. majalis*, *Pulsatilla patens*, *Chamaecytisus raczoskii* (Рис. 3.1.5). Ці види близькі до

видів у кластері В2 і мають тенденцію до скорочення чисельності внаслідок зміни клімату, що призводить до ендегенної сукцесії, коли трав'янисті угруповання занепадають, а натомість формуються чагарниково-лісові угруповання.



**Рисунок 2.5 – Характеристики екологічних ніш рідкісних видів рослин верхових боліт**



**Рисунок 2.6 – Характеристики екологічних ніш рідкісних видів луків**

Кластер D13 нижче містить нелісові та пасовищні види: *Epipactis atrorubens*, *Platanthera bifolia*, *Lilium martagon*, *Listera ovata*, *Dactylorhiza fuchsii*, *Cortusa matthioli*, *Epipactis purpurata*, *E. helleborine*, *Cypripedium calceolus*, *Lunaria*

rediviva, *Galanthus nivalis*, *Crocus heuffelianus*, *Taxus baccata*, *Platanthera chlorantha*, *Cephalanthera longifolia*, *C. rubra*, *C. damasonium*. Чисельність цих видів можна зменшити шляхом суцільних рубок та цілеспрямованого збору, і вони найменш чутливі до зміни клімату.

Кластер D14 складається з лучних та водно-болотних видів: *Swertia perennis*, *Saussurea porcii*, *Juncus subnodulosus*, *Anacamptis palustris*, *Dactylorhiza cordigera*, *D. incarnata* *Epipactis palustris*, *Iris sibirica*, *Leucojum vernum* та *Anacamptis morio*; ці види перебувають під високим ризиком скорочення чисельності у перезволожених біотопах, які зазнали значних змін внаслідок підвищення температури та порушення сезонних ритмів зволоження [27].

Нещодавнє підвищення температури та зменшення кількості опадів

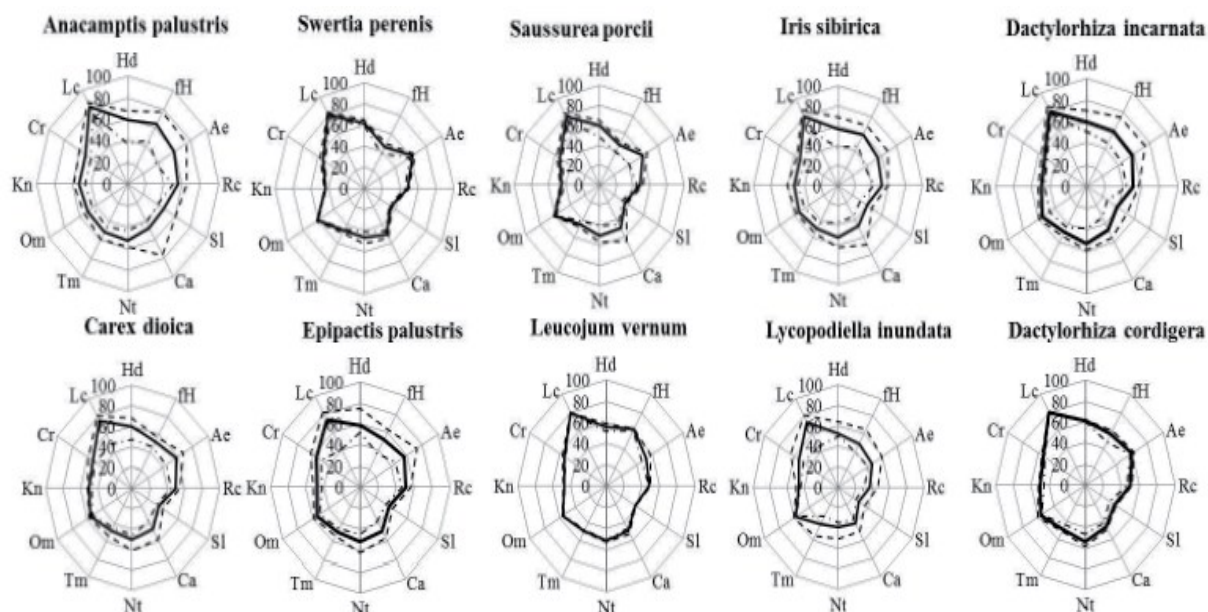
Єдина популяція *Anacamptis palustris* у Буковинському Передкарпатті приурочена до заболочених луків, і її площа та чисельність скорочуються.

До нього входить угруповання луків, пов'язаних з водно-болотними угіддями, навколо села с. Хряцька Герцаївського району Чернівецької області.

Кластер D2 включає гірські види хвойних ялиників у субальпійському та альпійському поясах. Зокрема D21 включає *Lycopodium annotinum*, *Listera cordata* та *Goodyera repens*; ці види безпосередньо пов'язані з хвойними лісами і можуть зникнути там, де ці ліси всихають або вирубуються.

Кластер D22 сформований *Salix herbacea*, *Rhododendron myrtifolium*,

*Primula minima*, *Gentiana punctata*, *G. laciniata*, *Diphasiastrum alpinum* - субальпійські та альпійські рослини, які ростуть у специфічних біотопах і чутливі до підвищення температури.



**Рисунок 2. 7- Характеристики екологічних ніш рідкісних лучно-болотних видів рослин**

Кластер D23 також включає види з субальпійських, альпійських та водно-болотних регіонів: *Gentiana lutea*, *Gymnadenia conopsea*, *Botrychium lunaria*, *Rhodiola rosea*, *Erigeron alpinus*, *Anemone narcissiflora*, *Saxifraga luteoviridis*, *Festuca saxatilis*, *Jovibarba hirta*, *Aster alpinus*, *Poa rehmanii*, *Saussurea discolor*, *Aconitum jacquinii*. За деякими винятками (*Gymnadenia conopsea*, *Gentiana lutea*), ці види приурочені до скельних відслонень і більше потерпають від прямих природних загроз та наслідків зміни клімату (рекреація, збирання, затінення скель тощо). Одним з наслідків потепління є збільшення верхньої межі лісу. Як наслідок, затінені ділянки унікальних виходів карбонатних порід, розташованих на верхній межі лісової зони в горах Чорний Діл, вкриваються лісом. Схили гори Гніса в передгір'ї Чорногори Мокринів Камінь (Чивчинський хребет). Тут зростають такі рідкісні види, як *Saussurea discolor*, *Silenanthe zawadskii*, *Leontopodium alpinum*, *Poa rehmanii*, *Aster alpinus*, *Saxifraga luteoviridis*, *Jovibarba hirta*, *Festuca saxatilis*, *Aconitum jacquinii*, *Carduus glaucus*, *Crepis jacquinii*, *Epipactis atrorubens*, *Erigeron alpinus*, *Erysimum transsilvanicum*, *Parmica tenuifolia* відомі з території Українських Карпат.

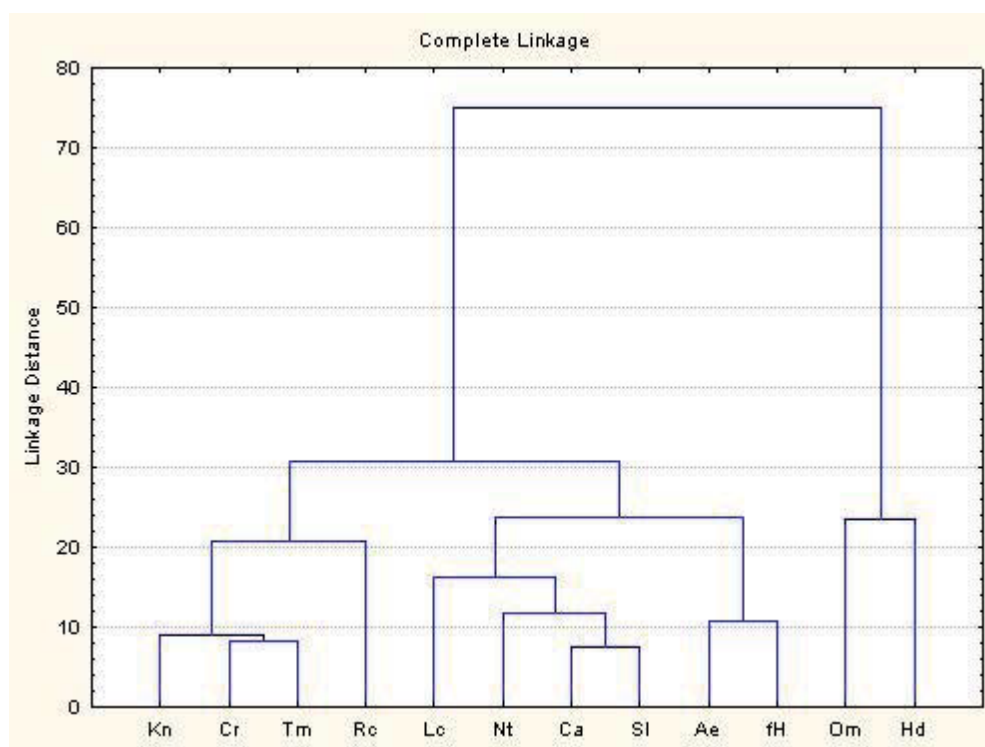
Ареали поширення цих видів скорочуються, а отже, зменшуються їхні оселища та популяції. Карбонатні ґрунти (лензінг), сформовані між виходами

вапняків та на сухих схилах на південному сході, півдні та південному заході, характеризуються високим вмістом гумусу у верхніх шарах і нейтральною або слаболужною реакцією ґрунту, чергуються з лісовими та субальпійськими луками. Трансформуються також ґрунти, сформовані між вапняковими відслоненнями на більш сухих схилах на південному сході, півдні та південному заході [28]. Тут зростають анемона нарцисова, ахіллея негритянська, діантус особливий, епіпактис атрорубенс, нігрітелла карпатська, орхідея синювата, слагінелла серагіноїдес, кардус серцелистий, галіум шаблевидний, льон витягнутий, скабіоза люцида, силена д'овія та багато інших рідкісних видів. Наразі ці види скорочуються як за площею, так і за чисельністю. Ця тенденція особливо тривожна для рідкісних геліофітів, таких як *Nigritella carpatica*, що є ендеміком Східних Карпат і згадується в багатьох місцях у "Флорі світу".

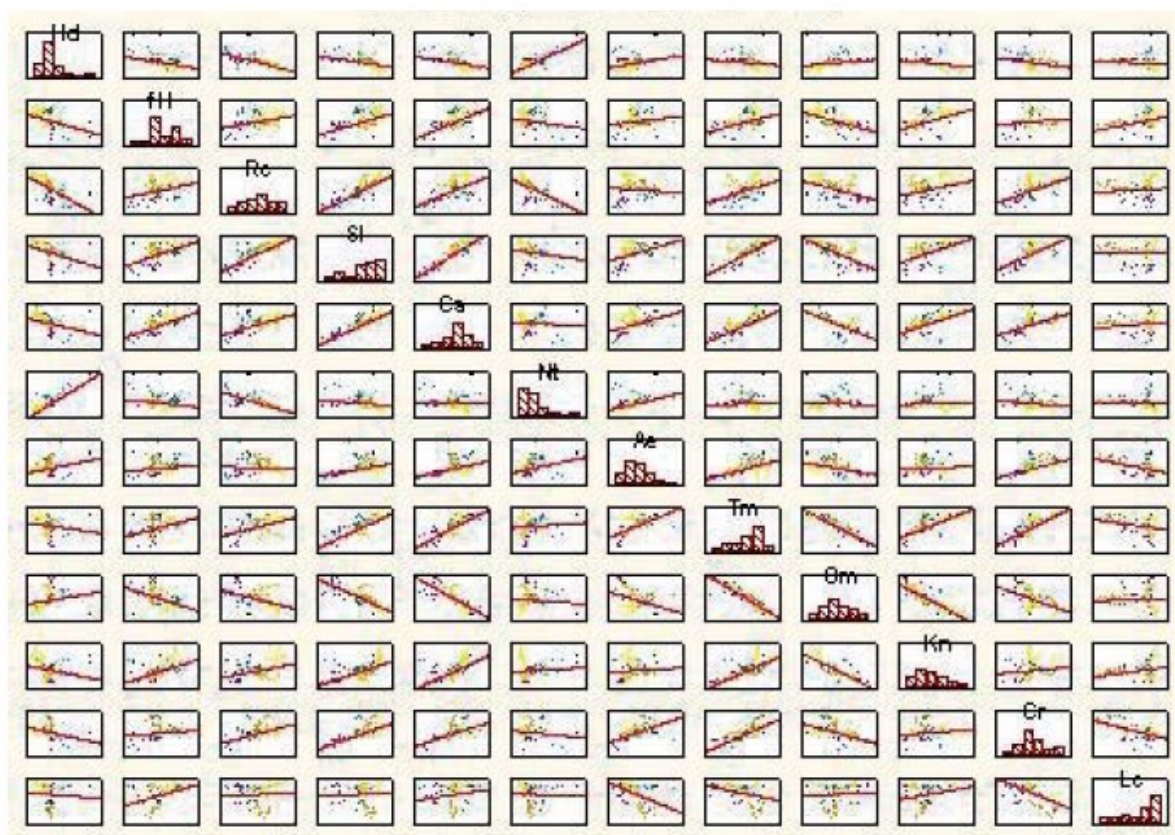
Як видно з діаграми, існують три основні групи кліматичних, поживних та гідрологічних факторів. Ці три групи факторів визначають диференціацію екологічних ніш видів в екосистемі ареалу.

У свою чергу, кожен з цих факторів тісно пов'язаний між собою. Наприклад, гідрологічний режим оселища, що визначається характером ґрунтових вод, заляганням ґрунтових вод і безпосереднім стоком на поверхню, сильно залежить від кліматичних факторів, особливо від омброрежиму, тобто сезонного розподілу опадів і температури.

Аерація ґрунту знаходиться в тому ж кластері, що й мінливість вологості, хоча вона тісно пов'язана з вологістю ґрунту. Сольовий режим у Карпатах сильно залежить від вмісту карбонатів у субстраті, на відміну від посушливих регіонів півдня України, де поширене хлоридне засолення. З іншого боку, кислотний режим залежить від кліматичних факторів, таких як тепловий і холодний режими та континентальність [30]. Однак індекси кислотності, представлені в матриці послідовності, тісно пов'язані з режимом засолення та вмістом карбонатів. Це свідчить про те, що взаємозалежність екологічних факторів є складною і нелінійною, що ускладнює прогнозування їхніх змін.



**Рисунок 3.8 – Закономірності взаємозв'язку між екофакторами, що характеризують оселища рідкісних видів ромлин Карпат**



**Рисунок 2.9 – Закономірності співвідношень показників між головними екологічними факторами для рідкісних видів рослин Карпат**

Більш детально диференціацію оселищ можна простежити на матриці послідовності, в координатах зміни конкретних екологічних факторів. Як видно з рис. 3.1.10, існують певні залежності у змінах показників екологічних факторів, які можна звести до трьох варіантів.

Лінійні залежності Hd-Ae, Hd-Nt, Hd-Om, Ae-Nt, Ae-Om, Nt-Om, Rc-Sl, Rc-Ca, Rc-Tm, Rc-Kn, Sl-Ca, Sl-Kn, Ca-Tm, Ca-Cr, Tm-Cr, Lc-Tm. Зворотні лінійні залежності: Hd-Rc, Hd-Ca, Hd-Tm, Hd-Kn, Ae-Rc, Ae-Ca, Nt-Ca, Nt-Rc, Nt-Tm, Nt-Kn, Rc-Om, Sl-Om, Tm-Om, Om-Kn, Hd-Lc, Lc-Om. Зокрема, для фактора fH кореляція відсутня, що пояснюється тим, що заплавні оселища не були включені до аналізу. Більш детальний аналіз показує, що хоча загальна тенденція кореляцій між показниками окремих факторів зберігається, наприклад, кореляції між змінами Rc-Sl та кліматичними факторами і хімічними властивостями ґрунту (Tm-Ca, Rc-Cr) та аерацією (Tm-Ae) є нелінійними, а в деяких випадках спостерігаються різкі відмінності між видами, що зростають на височинах і на освоєних ґрунтах (наприклад, Nt-Ae, Hd-Om, fH-Sel) (рис. 3.1.10). Це означає, що прогнози можливих змін екологічної ніші під впливом того чи іншого фактору не можуть бути зроблені для всіх груп видів, і необхідно враховувати видові особливості.

Окрім оцінки залежностей між екологічними факторами та визначення місця екологічної цінності різних груп видів у цій системі, було розраховано можливі зміни екологічної цінності високогірних видів (кластерні групи D22 та D23) для стандартного підвищення термічних умов на 2% (100 Дж/м<sup>2</sup> або 0,5°C).

Отримані дані (рис. 2.11) показують, що для більшості видів зміна цього режиму дещо знизить показники вологості, мінливості вологості, аерації та омброрежиму, але суттєво вплине на хімічний склад ґрунту (кислотність, режим засолення та вміст вуглекислоти), а для деяких видів змінить ці умови в протилежному напрямку. Однак ці результати свідчать про те, що саме непрямі, тобто кліматогенні впливи призводять до якісних змін умов, які перешкоджають існуванню більшості високогірних видів. Щоправда, йдеться лише про один

кліматичний чинник - температурний режим. Прогнозування можливих змін режимних показників показало наступне [33].

Гідротермічний режим впливає на вологість, коливання вологості та трансформацію сполук азоту, що визначає перехідний процес і спричиняє зміни оселищ, які призводять до зникнення одних видів і появи інших.

Слід зазначити, що такі розрахунки базуються на взаємозалежності екологічних факторів і не враховують того, що показники едафічних факторів переважно визначаються відповідними умовами (хімічним складом корінних порід, вологістю ґрунту тощо). Йдеться лише про теоретично можливі зміни показників, спричинені змінами термічних умов. Іншими словами, така закономірність зміни індикаторів не означає, що вид обов'язково зникне в даній місцевості. Навпаки, подібні зміни в інших типах оселищ можуть сприяти його повторній появі. Таким чином, зникнення популяції виду в одному місці може бути компенсоване її появою в іншому, і такі події є скоріше нормою, ніж винятком.

При прогнозуванні зникнення рідкісних видів та їхніх популяцій важливо враховувати чисельність популяції та площу оселищ, які тісно пов'язані з умовами навколишнього середовища. Зі зменшенням цих показників популяції зростає ймовірність її зникнення. На сьогоднішній день в Карпатах і прилеглих територіях від Дністра до Тиси не виявлено 14 видів, чисельність яких зросла за останні 70 років, багато з яких, як видається, зникли з регіону (Червона книга). Багато з них зникли через зміни гідрологічного режиму, особливо осушення водойм та водно-болотних угідь (*Eleocharis multicaulis*, *Juncus subnodulosus*, *Ludvigia palustris*, *Primula farinosa*, *Saxifraga oppositifolia*, *Sparganium angustifolium*, *Utricularia bremii*). Інші приурочені до оселищ, що перебувають у стані нестійкої рівноваги або були змінені під час перехідного періоду (*Armeria rocutica*, *Dianthus gratianopolitanus*, *Echinops exaltatus*, *Genista oligosperma*, *Ophrys insectifera*, *Saxifraga pedemontana* ssp. *sumosa*). Значна кількість видів, занесених до Червоної книги України, віднесена до категорії зникаючих або дуже рідкісних, а чисельність кількох популяцій скоротилася до критичного



рівня або зникла [43]. Наразі в Карпатах можна виділити три категорії видів, скорочення чисельності яких різною мірою залежить від господарської діяльності та екологічних змін і причин. Однією з них є альпійська зона, яка може зникнути через обмежену висоту Карпат за сучасних тенденцій зміни клімату. Рідкісними видами є *Agrostis alpina*, *Anthemis carpatica*, *Oreochloa disticha* та *Veronica bellidioides*,

*Agrostis rupestris*, *Antennaria carpatica*, *Astragalus krajinae*, *Bellardiochloa violacea*, *Biscutella laevigata*, *Bupleurum ranunculoides*, *Callianthemum coriandrifolium*, *Carex fuliginosa*, *C. rupestris*, *C. vaginata* та *C. lachenalii*. *lachenalii*, *Dichodon cerastioides*, *Doronicum stiriacum*, *Draba aizoides*, *Gentiana nivalis*, *Hedysarum hedysaroides*, *Leontopodium alpinum*, *Lloydia serotina*, *Pedicularis oederi*, *Primula minima*, *Primula Rhododendron myrtifolium*, *Sarix alpina*, *S. herbacea*, *Saussurea alpina*, *Saxifraga androsacea*, *S. bryoides*, *Silenanthe zawadskyi*, *Trifolium badium*.

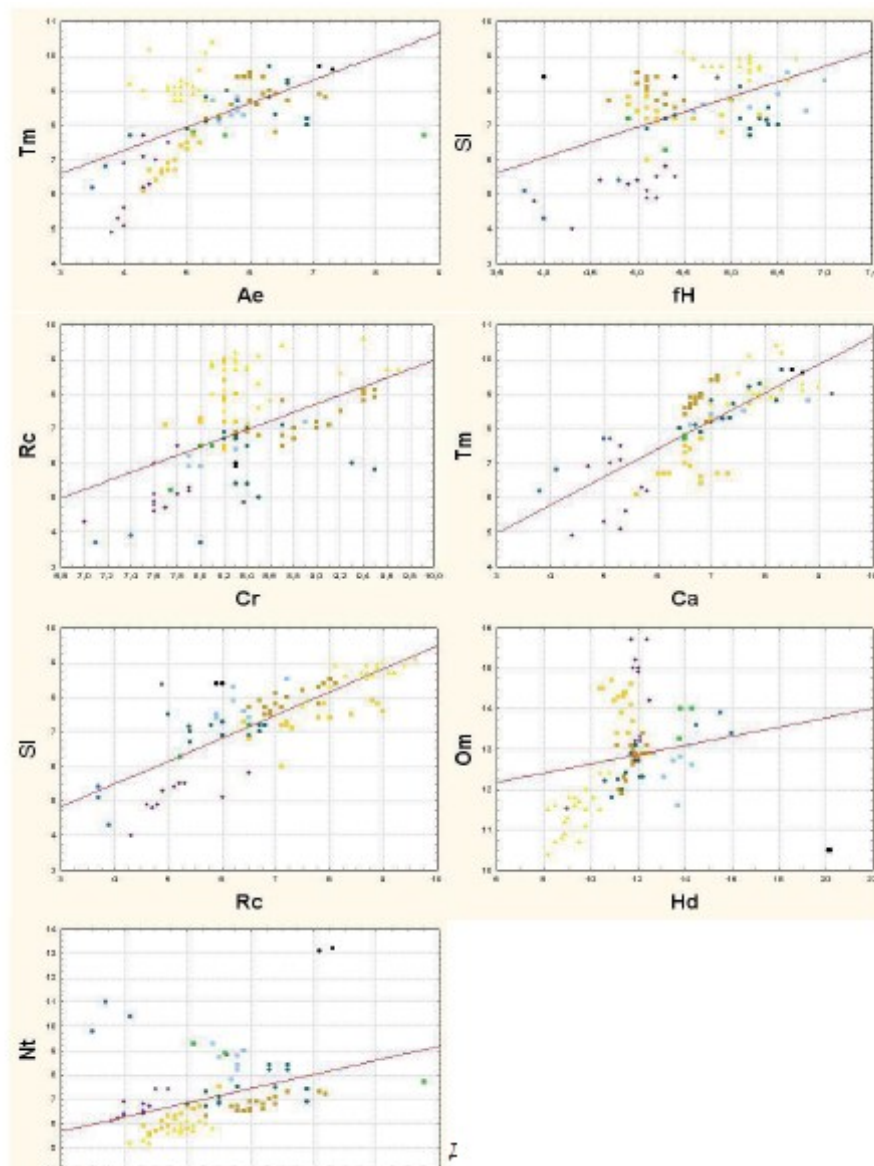
До другої категорії належать види, розвиток яких пов'язаний зі змінами гідрологічного режиму, спричиненими різними видами людської діяльності, але на ці процеси зміна клімату впливає опосередковано. Найбільш зникаючими видами цієї категорії є *Dactylorhiza transylvanica*, *D. trauschteineri*, *Hammarbia paludosa* та *Gentiana verna*, а також *Anacamptis laxiflora*, *A. palustris*, *Carex bicolor*, *C. buxbaumii*, *C. pauciflora*, *C. dioica* *Cartusa matthioli* ssp. *pubens*, *Dactylorhiza cordigera*, *Gentiana verna*, *Herminium monorchis*, *Juncus bulbosus*, *Lycopodiella inundata*, *Oxycoccus microcarpus*, *Saussurea porcii*, *Salix rosmarinifolia*, *Saxifraga aizoides*, *Scheuchzeria palustris*, *Schoenus ferrugineus*, *Tofieldia calyculata*, *Viola uliginosa*.

До третьої категорії належать низькоконкурентні види, пов'язані з менш стабільними ценозами та проміжними стадіями переходу, які зникають під час посилення конкуренції в ценозах.

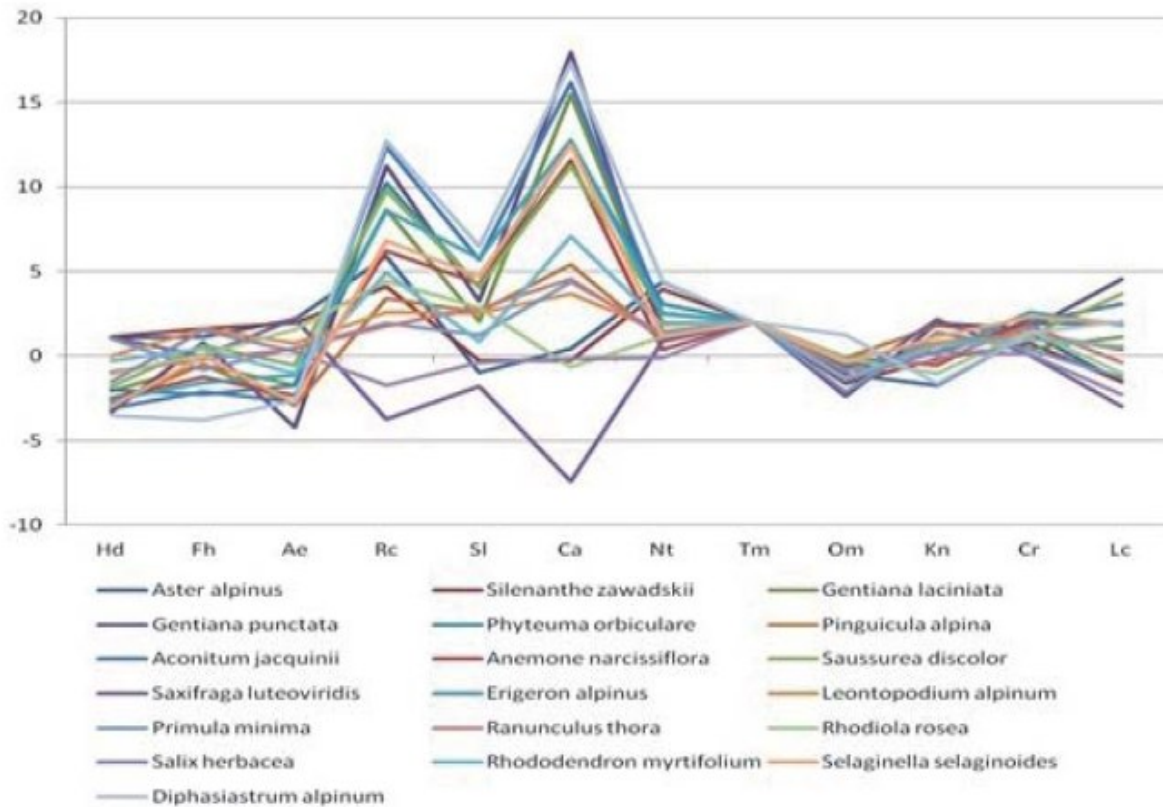
Поведінка цих видів узгоджується з теорією обміну рештками. До таких видів належать дуже рідкісні *Erigeron atticus*, *Lathyrus transsilvanicus*, *Saussurea discolor*, *Saxifraga bulbifera*, *Anacamptis pumidalis*, *Botrychium matricarifolium*,

*Conioselinum vaginatum*, *Dianthus speciosus*, *Carex strigosa*, *Gentiana utriculosa*, *Iris pseudocyperus*, *Larix polonica*, *Muscari transsilvanicum*, *Nigritella carpatica*, *Orchis mascula*, Поведінка цих видів є непередбачуваною, майже непередбачуваною, оскільки в умовах, в яких вони зростають, їхнє існування є непередбачуваним, майже непередбачуваним.

Це пов'язано з тим, що за сприятливих умов вони можуть зникнути з однієї місцевості і знову з'явитися в іншій.



**Рисунок 2.10 – Розподіл рідкісних видів рослин Карпат в ординаційному полі провідних екологічних факторів**



**Рисунок 2.11 – Залежність між зміною показників для оселищ карпатських видів при підвищенні середньорічного терморезиму**

Кожна з цих екосистем характеризується певною екологічною нішею, формування якої залежить від лімітуючої дії різних чинників, тому їх збереження потребує різних, іноді досить протилежних заходів. Такі заходи є комплексними і повинні враховувати не лише показники "існуючої ніші", тобто екологічні умови оселища, але й характеристики "функціональної ніші", тобто біологію виду, структуру популяції, онтогенез тощо.

**2.3 Фітоінвазії у флорі Українських Карпат і на прилеглих територіях**  
Невизначені фракції флори, які формуються у відповідь на умови навколишнього середовища і піддаються змінам, що відбуваються в результаті взаємодії антропогенних і природних факторів, залежно від їх складу та ефективності поширення видів, можна вважати індикаторами спрямованості цих змін на певній території. У цьому контексті особливо показовими є інвазійні види, які найкраще пристосовані до місцевих умов [53].

Згідно з бар'єрною схемою Д. Річардсона та ін., інвазійні види рослин натуралізуються і часто утворюють велику кількість репродуктивних особин на значних відстанях від своїх батьків, поширюють діаспори, відновлюють популяції та укорінюються в місцевих рослинних угрупованнях. Це стосується видів, які мають потенціал для поширення на великі відстані, долаючи бар'єри, пов'язані з поширенням діаспор, відновленням популяцій та укоріненням видів у місцевих рослинних угрупованнях. Оскільки різні види долають ці бар'єри на різних рівнях, їхній загальний рівень адаптації є невизначеним, що визначає їхній вплив на довкілля. Відповідно до другого критерію, автори розрізняють різні групи високоінвазивних видів як "трансформери", коли види, які долають репродуктивні та фітоекотологічні бар'єри, можуть мати негативний вплив на біорізноманіття та змінювати характер екосистем, виконуючи інтегративну роль. У цьому сенсі ми маємо справу з "фітоінвазійними видами" [36].

В результаті дослідження було підготовлено анотований огляд інвазійних видів рослин в Українських Карпатах, який розкриває час і способи занесення, ступінь натуралізації, швидкість поширення та особливості формування оселищ видів. Виділено групи інвазійних видів у флорі досліджуваної території за такими критеріями (високий ступінь натуралізації, здатність популяцій до відновлення з часом, активне поширення, стабільність угруповань). За результатами дослідження невизначеної фракції флори Українських Карпат було виявлено 36 інвазійних видів, що відповідає близько 2% природної флори регіону. Інформація про інвазійні види, отримана в результаті аналізу, представлена в таблиці 2.2 відповідно до таксономічної приналежності, життєвої форми, відношення до умов зволоження та освітлення, часу занесення, ступеня натуралізації та основних і поширених ареалів.

Відповідно, більшість проаналізованих в Українських Карпатах екзотичних видів належать до родин Asteraceae (14), Balsaminaceae, Brassicaceae, Fabaceae та Polygonaceae, Sericaceae - по два види, та 12 інших родин (Aceraceae, Cucurbitaceae, Elaeagnaceae, Iridaceae, Hydrocharitaceae, Juncaceae, Lamiaceae, Oleaceae, Rosaceae, Salicaceae, Simarubaceae, (Vitaceae) по одному виду.

За життєвими формами серед інвазійних видів у регіоні переважають терофіти (13), геофіти (8), мегафанерофіти (7), гемікриптофіти (6), нанофанерофіти (2), гідрофіти (1) та геофіти/гемікриптофіти (1).

Серед чужорідних видів у регіоні домінуючими по відношенню до водного середовища є роди *Xylo* та *Meso* (по 16 видів), тоді як інші групи зустрічаються рідше: гігромезоїди - 2 види, гідрофіти та мезосерофіти - по 1 виду. Всі ці види поширені в прибережних і водно-болотних угіддях і дуже чутливі до виснаження вологи. Щодо світлового середовища, то тут домінують геліофіти (22 види), тоді як інші групи менш поширені: цизіогеліофіти (8 видів), геліофіти (3 види) та соціофіти (2 види).

Щодо часу інтродукції, то більшість неаборигенних видів на цій території є новими рослинами (34 види), і лише два старі рослини були знайдені. Це свідчить про триваючу трансформацію природних рослинних угруповань та модернізацію флори у зв'язку з глобалізацією соціально-економічної ситуації в регіоні. За походженням більше половини видів походять з США - 23 види (21 з Північної Америки і 2 з Південної Америки), по 3 види зі Східної Азії та Кавказу, 2 види зі Східного Середземномор'я і по 1 виду з Середземномор'я-Ірану-Туреччини, Південно-Східної Азії, Центральної Азії, Малої Азії та Центральної Європи. За ступенем натуралізації більшість видів належать до родини Агропекофітні (*Agroperesophytum*) [20] і часто зустрічаються в населених пунктах та напівприродних оселищах цього регіону, тоді як у природних оселищах вони зустрічаються рідше. Ці види, як і поодинокі агропекофіти, перетинають F-бар'єр. Досить великі епекофіти (10 видів) і колонофіти (3 види) перетинають бар'єр E і поширені лише в модифікованих екотопах. Щодо способу інтродукції, то майже половина інвазійних видів (22 види) є ергазофітами, які здебільшого були інтродуковані з вторинних ділянок, що свідчить про їхню швидку адаптацію до природних умов і короткі лаг-фази.

Деякі ксерофіти також були занесені з сусідніх територій внаслідок розширення ареалу.

Таким чином, більшість чужорідних видів, знайдених в Українських Карпатах та сусідніх територіях, мають міжконтинентальні ареали. Таким чином, більшість чужорідних видів, що зустрічаються в Українських Карпатах та на сусідніх територіях, мають міжконтинентальні ареали. Крім того, сусідні Перші види - це види американського походження, які містять значну частку інвазійних видів не тільки на досліджуваній території, але й у всій українській флорі. Ступінь натуралізації цих видів дуже високий і більшість з них здатні приживатися в напівприродних і навіть природних рослинних угрупованнях. Різноманітність екотопів, які населяють ці види, свідчить про значний ступінь їхньої екологічної пластичності. Вони віддають перевагу ділянкам з підвищеною вологістю, лісовою та лучною рослинністю. Ці біотопи також є улюбленими для видів, що походять зі Східної та Південно-Східної Азії, які широко розповсюджені та активно поширюються в регіоні, хоча їхній екотопний діапазон є вузьким [45].

Інвазійні види в регіоні можна розділити на наступні групи відповідно до швидкості їх поширення:

1) Потенційно активні: включають види, які відомі з певних регіонів, але демонструють постійну тенденцію до зростання (наприклад, *Erechtites hieracifolia*, *Sisyrinchium angustifolium*)

2) Неактивні: включають види, які поширені на великих територіях, але дуже повільно поширюються на нові території.

3) Активний (помірно активний): включає види, які поширилися на великих територіях і зараз активно розширюють і ущільнюють свої ареали, наприклад, *Impatiens parviflora*, *Robinia pseudoacacia* [52];

4) Дуже активний, коли види інтенсивно поширюються на нові території та розширюють свою екологічну та ценотичну амплітуду. Прикладами є *Impatiens glandulifera*, *Echinocystis lobata*, *Helianthus tuberosus*, *Heracleum sosnowskyi* та *Reynoutria japonica*.

Динаміка ареалів інвазійних видів рослин, що зазвичай виражається у розширенні або звуженні ареалів, зміні межового складу та щільності популяцій,

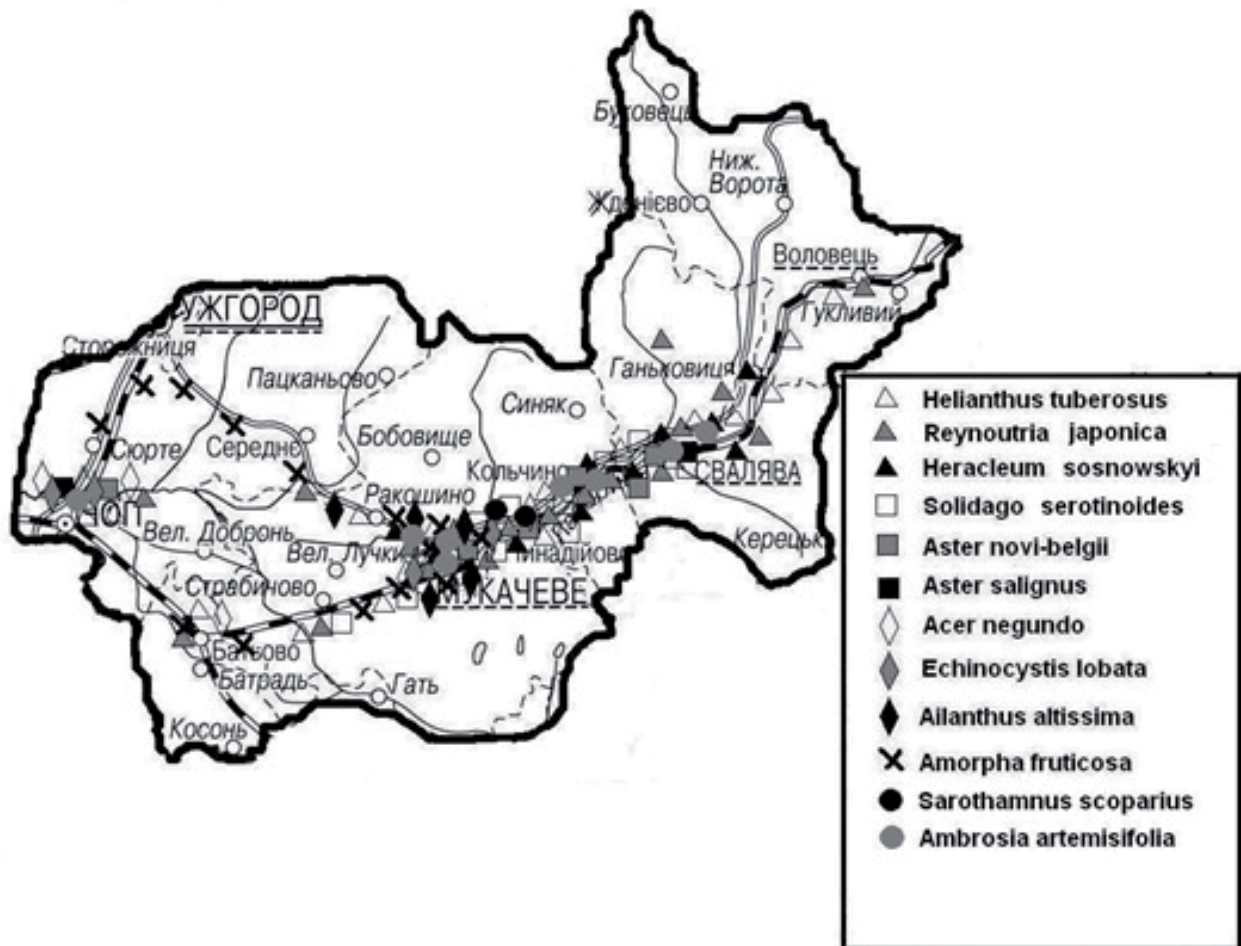
є дуже мінливою і залежить як від природних, так і від антропогенних факторів. Визначення загального напрямку змін дає можливість оцінити їх наслідки та виявити тенденції подальшого розвитку.

Наприклад, для оцінки впливу чужорідних видів розглянемо співвідношення між поширенням чужорідних видів та аборигенної флори в басейні річки Літурія на Закарпатті. Так, у річці зустрічаються *Ambrosia artemisiifolia*, *Bidens frondosa*, *Lepidium densiflorum* Schrad., *Senecio viscosus* L., *Xanthium albinum* (Widder) H. Scholz, види *Helianthus* (до шести видів), *Echinocystis lobata*, *Reynoutria japonica* та *Impatiens glandulifera* [41].

Зокрема, значне поширення чужорідних видів спостерігалось у передгірській зоні ділянки Свалява-Мукачеве (Закарпаття), де нещодавно було побудовано нову автомагістраль. Одним з місць проживання цих видів є руїни Свалявського лісопильного заводу. Поширення інвазійних видів також спостерігалось в низинах між Мукачевом і Чопом, особливо поблизу населених пунктів. Це пов'язано не лише з наявністю урбоєкосистем як осередків концентрації та поширення інвазійних видів рослин, але й з тим, що низини Закарпатської області колись були дуже заболоченими, а згодом осушення боліт порушило гідрологічний режим, внаслідок чого вся екосистема вийшла зі стану рівноваги.

Що стосується гірських районів за межами міста Свалява, то поширення деяких чужорідних видів стає менш поширеним і локалізованим, деякі взагалі не займають гірські райони (наприклад, *Ailanthus altissima*, *Amorpha fruticosa*), а "важливість" інших значно зменшується (*Echinocystis lobata*). У гірських районах поблизу перевалу зустрічаються найвищі

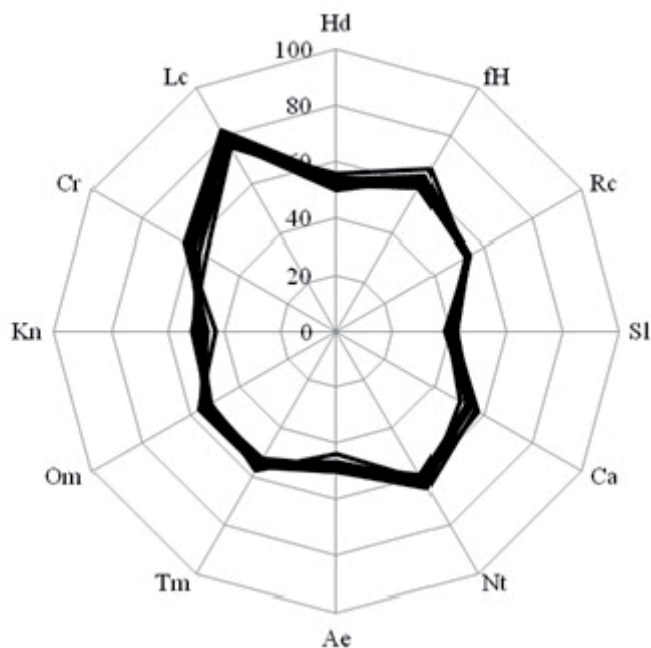
*Heraclium sosnowsky*, *Aster novi-belgii* L., *Acer negundo* та ін.) і до кордону між Свалявським і Воловецьким краями. Апофіти також відіграють домінуючу роль у деградованих ценозах, наприклад, *Swida sanguinea* (L.) Opiz, *Clematis vitiflora* L., *Humulus lupulus* L., *Rubus caesius* L. тощо.



**Рисунок 2.12 - поширення основних інвазійних видів рослин на території басейну р. Латориця (Закарпатська область)**

На основі методу синонімічного маркування було оцінено екологічний статус досліджуваних видів (адвентивних та апофітних) по відношенню до кліматичних, кліматологічних та ценотичних факторів. Оскільки всі ці екологічні фактори мають різну розмірність (різну кількість балів), результати були переведені у відсотки. Графічне представлення економик досліджуваних видів у вигляді циклограми показує, що економіки дуже схожі і майже ідентичні (рис. 2.13).



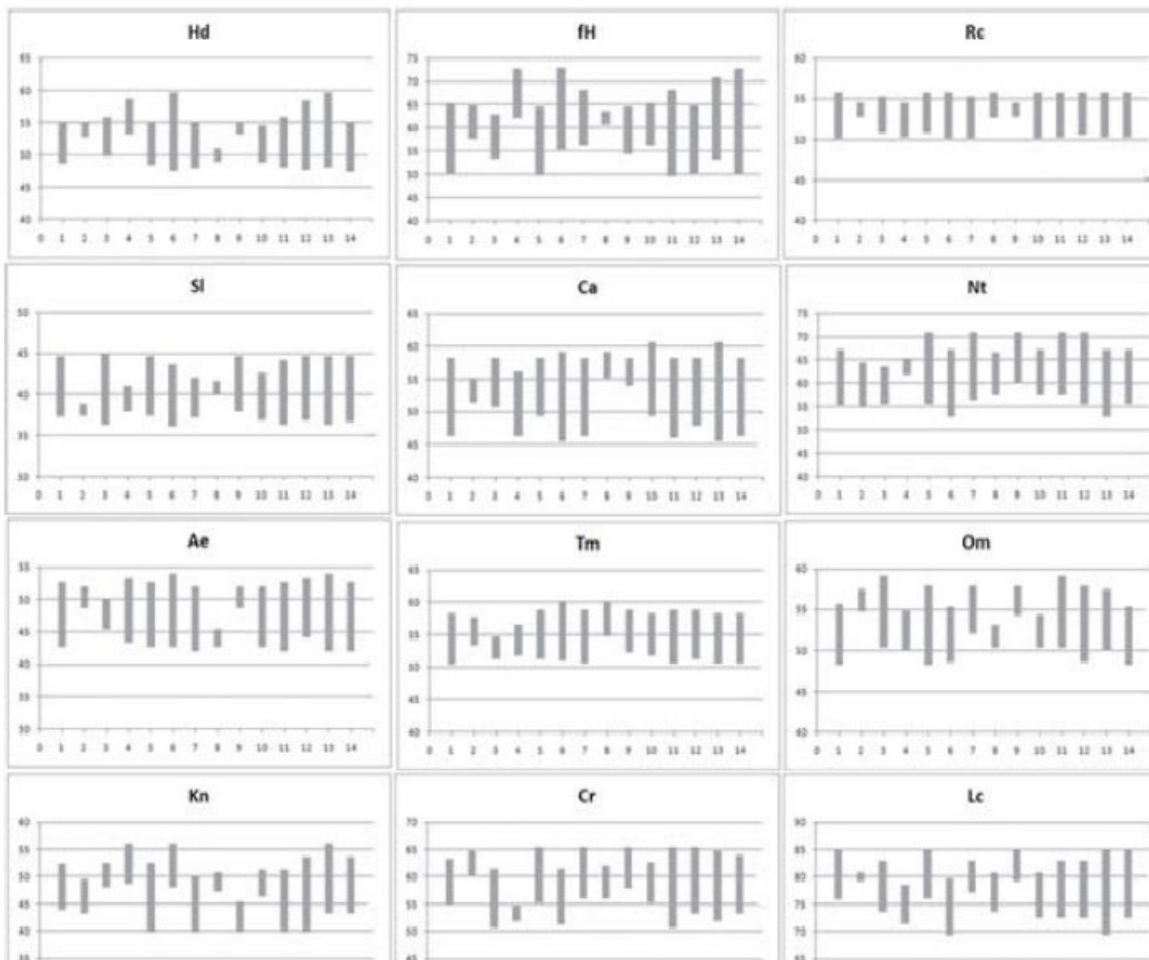


**Рисунок 2.13 - Графічне зображення еконіш інвазійних та апофітних видів басейну р. Латориці (Закарпатська обл.)**

Більшість досліджених видів уникають екстремумів і поширені в оптимальних умовах зростання (в середині шкали). Так, за відношенням до вологості ґрунту вони є гібридними та мезофітними, тобто потребують достатнього зволоження; за мінливістю зволоження - гемігідроконтрофними - гемігідроконтрастофільними; за кислотністю - субацидофільними; за режимом засолення - напівпоживними; за вмістом карбонатів - акаборатофобними, а за аерацією ґрунту - геміаерофобними. Водночас ці види потребують ґрунтів, багатих на нітрати та азотовмісні сполуки, і очевидно, що підвищений вміст мінерального азоту в ґрунті є одним з факторів, що сприяють їхньому поширенню [47]. Останнє зумовлене різними антропогенними факторами, в тому числі й у глобальному масштабі. Для тричленних угруповань Galio-Urticetea, Salicetea purpureae та Bidentetea, які є особливо сприятливими для чужорідних видів, характерні великі градієнти зміни факторів ґрунтового середовища (швидкі зміни вологості та вмісту мінеральних форм азоту), що зумовлюють

нестабільність ценозів. Для того, щоб краще порівняти екологічні амплітуди видів за кожним фактором, ці дані представлені графічно (рис. 3.2.3).

Варіація амплітуди факторів коливається від 0,1% до 20,9% для факторної шкали: >5% - стенотопи; 5-12% - гемістенотопи; >12% - гайбриотопи. Найвужчі амплітуди (стенотопи) характеризуються кислотністю ґрунту (0,7-4,7%), амплітуди гемістенотопів - вологістю, режимом засолення, вмістом карбонатів та азоту, аерацією ґрунту та всіма чотирма кліматичними факторами.



1 – *Heracleum sosnowskyi*; 2 – *Amorpha fruticosa*; 3 – *Reynoutria japonica*;  
 4 – *Echinocystis lobata*; 5 – *Helianthus tuberosus*; 6 – *Acer negundo*; 7 –  
*Solidago canadensis* s.l.; 8 – *Aster salignus*; 9 – *A. novii-belgii*; 10 – *Swida*  
*sanguinea*; 11 – *Clematis vitalba*; 12 – *Humulus lupulus*; 13 – *Rubus caesius*;  
 14 – *Ambrosia artemisiifolia*

**Рисунок 2.14 - Амплітуди показників екофакторів для інвазійних видів та апофітів басейну р. Латориці за екологічними чинниками (у %)**

Найбільшу амплітуду (гемібритопічну) має зміна вологості (0,9-20,9%). Водночас, амплітуда умов зростання для окремих видів варіює. Найбільші амплітуди умов середовища мають види: для Hd (>10%) - *Acer negundo* та *Rubus caesius*; для fH (>10%) - *Heracleum sosnowskyi*, *Helianthus tuberosus*, *Acer negundo*, *Solidago canadensis*, *Clematis vitalba*, *Humulus lupulus*, *Ambrosia artemisiifolia* та *Rubus caesius*; для Rc (>4,5%): *Heracleum sosnowskyi*, *Acer negundo*, *Swida sanguinea*, *Clematis vitalba*, *Ambrosia artemisiifolia* та *Rubus caesius*; Sl ( $\geq$ 7%): *Reynoutria japonica* та *Rubus caesius*; Ca ( $\geq$ 10%): *Heracleum sosnowskyi*, *Acer negundo*, *Solidago serotinoides* A. Löve & D. Löve, *Clematis vitalba*, *Swida sanguinea*, *Ambrosia artemisiifolia* та *Rubus caesius*; для Nt (>10%) - *Heracleum sosnowskyi*, *Helianthus tuberosus*, *Acer negundo*, *Solidago canadensis*, *Clematis vitalba*, *Humulus lupulus*, *Ambrosia artemisiifolia* та *Rubus caesius*; для Ae (>10%) - *Acer negundo* та *Rubus caesius*; Tm (>7%) - *Acer negundo*, *Solidago canadensis*, *Clematis vitalba*; Om (>8%) - *Helianthus tuberosus*, *Humulus lupulus*; Kn (>10%) - *Helianthus tuberosus*, *Humulus lupulus*, *Clematis vitalba* і *Rubus caesius*; Cr (>10%) - *Humulus lupulus*, *Humulus lupulus* *Clematis vitalba*, *Rubus caesius*; Lc (>10%) - *Rubus caesius*, *Ambrosia artemisiifolia*. Найвужчі екологічні амплітуди *Amorpha fruticosa*, *Aster novi-belgii*, *A. × salignus*, fH (<1%) для *A. × salignus*, *A. × × salignus*; Rc (<1%) - *Amorpha fruticosa* та *Aster novi-belgii*; Sl (<1%) - *Amorpha fruticosa* та *Aster × salignus*; Ca (<2,5%) - *Amorpha fruticosa* та *Aster × salignus*; Nt (<2,5%) - *Echinocystis lobata*; Ae (<2%) - *Amorpha fruticosa*, *Aster novi-belgii* та *Aster × salignus*; Tm (<2,5%) - *Reynoutria japonica*; Om (<2%) - *Amorpha fruticosa* та *Aster × salignus*; Kn (<2%) - *Aster × salignus*; Cr (<2%) - *Echinocystis lobata*; Lc (<2%) - *Amorpha fruticosa*.

Екологічні амплітуди з найбільшими значеннями: *Rubus caesius* (фактор 10); *Clematis vitalba* та *Acer negundo* (фактор 7); *Humulus lupulus* та *Ambrosia artemisiifolia* (фактор 5); *Solidago canadensis* та *Helianthus tuberosus* (фактор 4), *Heracleum sosnowskyi* (фактор 3) та *Swida sanguinea* (фактор 2) (Таблиця 3.2.1). Найвужчі екологічні амплітуди спостерігалися для *Amorpha fruticosa* та *Aster × salignus* (фактор 7), *Aster novi-belgii* (фактор 3) та *Echinocystis lobata* (фактор 2).

Загалом спостерігаються такі тенденції: неаборигенні види на досліджуваній території мають вужчі екологічні та симпатичні амплітуди, ніж аборигенні види. При цьому, чим вужча амплітуда, тим специфічніша ніша виду [51].

На основі отриманих даних було визначено екологічну та ценотичну активність досліджуваних видів. Наприклад, Ю.П. Дідух пропонує для оцінки активності виду враховувати ширину еколого-ценотичної амплітуди, ступінь поширеності та ступінь видового покриття. Зокрема, вони виділяють п'ять рівнів активності видів: "особливо активний", "дуже активний", "помірно активний", "неактивний" і "неактивний". Результати показують, що аборигенний вид *Rubus caesius* та адвентивний вид *Helianthus tuberosus* є дуже активними на досліджуваній території, тоді як всі інші досліджувані види є Помірно активними.

Таблиця 2.1 – Екологічна амплітуда інвазійних видів та апофізів басейну р. Латориця щодо екологічних чинників

Вид	Hd	fH	Rc	Sl	Ca	Nt	Ae	Tm	Om	Kn	Cr	Lc
<i>Heracleum sosnowskyi</i>	0	0	+	0	+	+	0	0	0	0	0	0
<i>Amorpha fruticosa</i>	-	0	-	-	-	0	-	0	-	0	0	-
<i>Reynoutria japonica</i>	0	0	0	+	0	0	0	-	0	0	0	0
<i>Echinocystis lobata</i>	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0
<i>Helianthus tuberosus</i>	0	+	0	0	0	+	0	0	+	+	0	0
<i>Acer negundo</i>	+	+	+	0	+	+	+	+	0	0	0	0
<i>Solidago serotinoidea</i>	0	+	0	0	+	+	0	+	0	0	0	0
<i>Aster salignus</i>	-	-	0	-	-	0	-	0	-	-	0	0
<i>Aster novii-belgii</i>	-	0	-	0	0	0	-	0	0	0	0	0
<i>Swida sanguinea</i>	0	0	+	0	+	0	0	0	0	0	0	0
<i>Clematis vitalba</i>	0	+	+	0	+	+	0	+	0	+	+	0
<i>Humulus lupulus</i>	0	+	0	0	0	+	0	0	+	+	+	0
<i>Rubus caesius</i>	+	+	+	+	+	+	+	0	0	+	+	+
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	0	+	+	0	+	+	0	0	0	0	0	+

+ – найширша амплітуда, 0 – середня, - – вузька.

Ступінь господарського перекриття між видами відображає їхню схожість (табл. 2.1). Так, найвищий ступінь перекриття (>50%) спостерігається між *Reynoutria japonica* та *Heracleum sosnowskyi*, *H. sosnowskyi* та *Helianthus*

tuberosus, *Solidago canadensis* та *Amorpha fruticosa*, *Clematis vitalba* та *Solidago canadensis*, *Clematis vitalba* та *Swida sanguinea*, *Humulus lupulus* та *Helianthus tuberosus*, *Humulus lupulus* та *Acer negundo*, *Humulus lupulus* та *Clematis vitalba*, *Rubus caesius* та *Acer negundo*, *Rubus caesius* та *Swida sanguinea*, *Rubus caesius* і *Clematis vitalba*, *Rubus caesius* і *Humulus lupulus*, *Ambrosia artemisiifolia* і *Heracleum sosnowskyi*, *Ambrosia artemisiifolia* і *Helianthus tuberosus*, *Ambrosia artemisiifolia* і *Swida sanguinea*, *Ambrosia artemisiifolia* і *Humulus lupulus*, *Ambrosia artemisiifolia* і *Rubus caesius*.

Таблиця 2.2 – Ступінь перекриття еконіш інвазійних видів та апофітів басейну р. Латориці

Види	<i>Heracleum sosnowskyi</i>	<i>Amorpha fruticosa</i>	<i>Reynoutria japonica</i>	<i>Echinocystis lobata</i>	<i>Helianthus tuberosus</i>	<i>Acer negundo</i>	<i>Solidago canadensis</i>	<i>Aster salignus</i>	<i>Aster novii-belgii</i>	<i>Swida sanguinea</i>	<i>Clematis vitalba</i>	<i>Humulus lupulus</i>	<i>Rubus caesius</i>	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>
<i>Heracleum sosnowskyi</i>	100													
<i>Amorpha fruticosa</i>	30	100												
<i>Reynoutria japonica</i>	55	32	100											
<i>Echinocystis lobata</i>	24	23	26	100										
<i>Helianthus tuberosus</i>	55	34	40	23	100									
<i>Acer negundo</i>	34	31	38	40	34	100								
<i>Solidago serotinoidea</i>	38	52	40	25	45	39	100							
<i>Aster salignus</i>	30	26	27	22	32	33	30	100						
<i>A. novi-belgii</i>	27	40	26	20	33	23	34	23	100					
<i>Swida sanguinea</i>	46	36	41	27	45	42	43	42	27	100				
<i>Clematis vitalba</i>	38	46	41	26	48	38	63	33	35	53	100			
<i>Humulus lupulus</i>	44	39	45	28	53	81	49	31	34	45	59	100		
<i>Rubus caesius</i>	48	38	48	31	42	51	49	35	26	63	50	50	100	
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	60	32	46	25	54	38	43	37	28	56	44	50	51	100

Примітка. Сірим кольором позначені показники перекриття еконіш  $\geq 50\%$ .

Особливо загрозовими є інвазійні види, яких, за нашими даними, у флорі Українських Карпат присутні 13 видів, а ще три види вважаються потенційно інвазійними. На основі уніфікованої схеми, що включає інформацію про первинні та вторинні оселища видів, екологічні ареали, історію розмноження, поширення на досліджуваній території та вплив на навколишнє середовище, ми

представляємо загальну інформацію про інвазійні та потенційно інвазійні види в Українських Карпатах [48]. Ступінь обмеження інвазійних видів своїми природними оселищами допомагає оцінити потенціал адаптації на різних територіях та визначити можливі межі їх потенційного ареалу, що має вирішальне значення для вжиття заходів з контролю за їх поширенням, тому різні типи оселищ в регіоні Дослідження щодо інкорпорації варіабельних видів у морську воду були проведені в рамках проекту.

Аналіз угруповань інвазійних видів у регіоні показав, що найбільш пристосованими до умов регіону є трав'янисті види, з майже рівним розподілом однорічних і багаторічних трав, серед яких 13 трофічних видів, 8 геофітів, 6 гемікриптофітів і 1 гео/гемікриптофіт.

Трофічні види характеризуються легкою адаптацією до умов навколишнього середовища та швидкою зміною поколінь [50]. Територія характеризується відносно великою кількістю деревних рослин, включаючи сім мегафанерофітів і два нанофанерофіти, що пояснюється тим, що ці рослини широко культивуються і мають здатність адаптуватися в лісових масивах. Щодо водного середовища, то тут значно переважають мезофітні групи рослин, які представлені ксерофітами та мезофітами (по 16 видів). Щодо світлового середовища, то тут переважають геліофіти (22 види), що є типовим для авантюрної частини флори загалом. Це означає, що переважають види з найкращими місцевими умовами з точки зору життєвих форм та екосистем, і очікується подальша експансія.

## **2.4 Висновки до розділу 2**

Отримана інформація була представлена у вигляді кількісних показників, зокрема, балів. Хоча ці бали можуть бути або не бути порівнянними в абсолютному масштабі, отримана інформація важлива для порівняльного аналізу, математичного моделювання та прогнозування можливих змін в екосистемах.

Отримано якісно нову інформацію щодо розуміння природи місцезростань, угруповань і сукцесій видів, тенденцій зміни клімату, оцінки

залежностей змін чинників середовища, розташування місцезростань в екологічному просторі й екологічних характеристик еконіш, яка дає змогу прогнозувати характер розвитку, зміни та можливі наслідки цих процесів. З'явилася можливість прогнозувати розвиток цих процесів, зміни та характер можливих наслідків. Такі дані необхідні для складання прогнозів на майбутнє.

Серед екзотичних видів на досліджуваній території переважають американські (23 види) та азійські (7 видів) види, включаючи північноамериканські. З точки зору поширення переважають міжконтинентальні та регіональні види. Види з посушливих регіонів, таких як східне Середземномор'я, знаходяться в меншості. Як і в багатьох інших регіонах, таксономічно найпоширенішими є складноцвіті (Asteraceae) (14 видів).

Результати дослідження показують, що основні популяції неаборигенних видів зосереджені в низинах і на рівнинних ділянках. Висока кількість агроєкофітів є показником зростання інвазійності природи, яка стає менш стійкою до розселення чужорідних видів; висока кількість чужорідних видів за межами F-бар'єру є показником зростання як інвазійного потенціалу чужорідних видів, так і інвазійності рослинних угруповань; висока кількість чужорідних видів за межами F-бар'єру є показником зростання інвазійного потенціалу чужорідних видів, що свідчить про збільшення як інвазійного потенціалу видів, так і інвазійності рослинних угруповань. Лісові біотопи (18 груп) є біотопами, які найбільше зазнають впливу неаборигенних видів, особливо у вербово-кипарисових коридорних лісах заплави, де 11 неаборигенних видів утворюють більш-менш значні колонії. Дев'ять видів зареєстровано в низинних і передгірних заплавах каштанових лісах, вісім видів - у прибережних заплавах дубово-яблунево-очеретяних лісах і сім видів - у нижньопанонських дубово-грабових лісах. У решті лісових оселищ було зареєстровано від семи до одного неаборигенного виду рослин. Загалом у лісових оселищах було зареєстровано 17 неаборигенних видів рослин. У чагарникових біотопах (4 групи) було виявлено 11 неаборигенних видів, причому найбільша кількість неаборигенних видів зареєстрована в середньоєвропейських чагарникових біотопах, де було

zareєстровано 10 неаборигенних видів. Дванадцять інвазійних видів було zareєстровано в прибережних (група 5) та лучних (група 9) оселищах. Найменше інвазивних видів (3 види) було zareєстровано в неопалюваних біотопах (група 6). Основними шляхами міграції неаборигенних видів є русла річок, річкові долини та комунікаційні канали, де виникають потужні потоки розселення неаборигенних видів, які утворюють великі і часто одноманітні колонії.

Вид з найбільшою екологічною та симбіотичною широтою - *Phalacrogloma annua*, zareєстрований у водних, прибережних, чагарникових, низькотемпературних, лучних та лісових біотопах (загалом 23 угруповання), тоді як *Salix fragilis* та *Impatiens glandulifera* мають дуже мало угруповань, по 13 угруповань у кожному.

Результати попередніх досліджень на Закарпатті показують, що інвазійні види мають вужчі екологічні та симбіотичні амплітуди, ніж аборигенні види. При цьому, чим вужча амплітуда, тим більш оптимізованою є спеціалізація ніші виду.

Таким чином, інвазійні види демонструють різні адаптивні стратегії залежно від своїх біоморфологічних характеристик та еколого-симбіотичного потенціалу.



## ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі було вирішено актуальну задачу, присвячену оцінці впливу кліматичних змін для рослинних угруповань на території Українських Карпат.

Карпати багаті різноманітними природними ресурсами і характеризуються унікальними гірськими ландшафтами та низьким рівнем забруднення навколишнього середовища. Рекреаційні ресурси, які ще не повністю освоєні, відіграють ключову роль. Регіон має дуже сприятливі умови для розвитку оздоровчих курортів міжнародного значення. Усі регіони Карпатських гір, особливо ті, де є унікальні води з високими цілющими властивостями і дуже популярні в усьому світі, такі як Трускавець, Моршин, Свалява та Східниця, є перспективними для розвитку санаторно-курортної справи та туризму.

На основі аналізу геологічних, ботанічних, екологічних і кліматологічних публікацій та польових досліджень на різних рівнях життя, від популяційно-видового, симбіозно-екосистемного до ландшафтно-регіонального, встановлені складні взаємозв'язки, які визначають зміни в поведінці та динаміці біологічних систем під впливом змін навколишнього середовища. Використання симфітоіндикації та одонологічного аналізу дозволило отримати якісно нову інформацію про стан біологічних систем, оцінити нелінійні залежності між змінами факторів навколишнього середовища і, зокрема, виявити роль кліматичних факторів. Водночас аналіз показав, що опосередкований вплив клімату через зміни гідротермічного режиму ґрунтів та їх хімічних властивостей є набагато сильнішим, ніж прямий вплив. Тому зміни клімату слід розглядати як пусковий механізм, що запускає ланцюгову реакцію, наслідки якої зумовлені кумулятивним впливом різних факторів. У цьому контексті ми інтерпретуємо ці зміни як кліматогенні.

Досліджувані види можуть бути рідкісними, зникаючими або інвазійними. До останніх належать інвазійні види, в тому числі варіанти (13 видів), які активно вторгаються і суттєво змінюють природну структуру ценозів. Аналіз показує, що

скорочення чисельності та зникнення видів може відбуватися переважно у височинних елементах та за екстремальних умов, особливо пов'язаних зі зміною гідрологічного режиму. Водночас річкові долини виступають потужними коридорами експансії для неаборигенних невизначених елементів, коли їхній режим порушується. Це є найбільшою загрозою, особливо в Закарпатській низовині та Карпатах, де гідрологічний режим був сильно порушений осушенням заплав. Симбіотичне різноманіття представлене угрупованнями від верхнього альпійського поясу до нижнього лісового поясу, степової зони, а також кам'янистої та водної зон. Надмірні рубки на крутих схилах призвели до створення вітрозахисних смуг, розсіяних ділянок і штучних ялиників, які суттєво змінили гірську рослинність. У високогір'ї припинення випасу худоби та розширення верхньої межі лісової зони призвели до значних змін у розподілі ценозів.

На прикладі Буковинських Карпат виділено ділянки концентрованого рослинного різноманіття, які потребують особливої уваги.

Залежний характер зміни оселищ від екологічних факторів продемонстровано на прикладі модельного басейну річки Латориця. Значну увагу приділено проблемі всихання смерекових лісів, що є загрозливим явищем, спричиненим взаємодією зміни клімату та господарської діяльності.

Водночас виявлено низку проблем, які ускладнюють прогнозування можливих наслідків. Насамперед, це відсутність репрезентативних ділянок моніторингу, короткі часові рамки, недостатній та схематичний картографічний матеріал, нелінійні зв'язки зі змінами індикаторів.

Такі дослідження потребують цілеспрямованих експериментів з комплексними польовими дослідженнями із залученням широкого кола експертів, що тягне за собою значні матеріальні та фінансові витрати. Здійснення прогнозів потребує нових підходів та методів моделювання на основі достовірної екологічної інформації. Все це вказує на необхідність розробки цільової комплексної національної програми з цього питання.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Андріанов М.С. Клімат // Природа Українських Карпат. – Львів: Вид-во Львівськ. ун-ту, 1968. – С. 87–101.
2. Антонов В.С. Кліматичні умови та їх сезонний хід // Географія Чернівецької області / за ред. проф. Я.І. Жупанського. – Чернівці, 1993. – С. 32–38.
3. Багнюк В.М., Дідух Я.П. Екологічні проблеми Закарпаття // Наук. зап. Нац. ун-ту «Києво-Могилянська академія». Біол. та екол. – 2002 – Т. 20. – С. 61–67.
4. Багнюк В., Дідух Я., Цивінський Г. Після «Великої меліорації». Критичні думки щодо проекту «Стратегія економічного та соціального розвитку Херсонської області до 2015 року» // Вісник НАН України. — 2007. — №7. — С. 28–38.
5. Барабаш М.Б., Гребенюк Н.П., Татарчук О.Г. Особливості зміни ресурсів тепла та вологи в Україні при сучасному потеплінні клімату // Наук. пр. УкрНДГМІ. – 2007. – Вип. 256. – С. 174–186.
6. Буджак В.В. Використання ГІС-технології для вивчення «гарячих точок фіторізноманіття» локальних територій // Наук. зап. Буков. т-ва природодосл. – Чернівці: ДрукАрт, 2011. – Т. 1, вип. 1–2. – С. 201–206.
7. Білик Я. Я. Фенологічні спостереження на об'єктах природно-заповідного фонду як складова моніторингу кліматичних змін / Я. Я. Білик., Ю. Г. Гринюк // Природно-заповідний фонд України — минуле, сьогодення, майбутнє: мат. міжнар. наук.\_практ. конф., 26–28 травня 2010 р. Тернопіль: Підручники і посібники, 2010.—С. 237–241.
8. Букша Й.Ф., Гожик П.М., Ємельянова Ж.Л. та ін. Україна та глобальний парниковий ефект. Кн. 2. Вразливість і адаптація екологічних та економічних систем до зміни клімату. — К.: Вид-во Агентства з раціонального використання енергії та екології, 1998. — С. 120–187.

9. Вихор Б., Проць Б. Вплив інвазійних видів рослин на природні та напівприродні типи оселищ Закарпаття // Біол. студії. – 2014а. – Т. 8, № 3–4. – С. 221–232.
10. Вихор Б.І. Екологічна оцінка впливу інвазійних видів рослин на фіторізноманіття Закарпаття. Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – К., 2015. – 20 с.
11. Генсірук С.А. Причини всихання ялинових лісів Карпат і заходи для припинення їх деградації // Зелені Карпати. – 2006. – № 1–2 (23–24). – С. 56–58.
12. Голубець М.А. Основи відновлення функціональної суті карпатських лісів. – Львів: Манускрипт, 2016. – 144 с.
13. Гродзинський М.Д. Ландшафтна екологія. Підручник. – К.: Знання, 2014. – 550 с.
14. Глобальна зміна клімату — сучасні погляди та тенденції [Електронний ресурс]: Український гідрометеорологічний центр – Режим доступу: URL: <http://meteo.gov.ua/ua/33464/zmi/articles/read/61> — Назва з екрана.
15. Голубець М.А. Плівка життя. — Львів: Поллі, 1997.— 186 с.
16. Делеган І. І. Фенологічна мінливість екотипів географічних культур бука лісового в умовах Львівського Розточчя / І. І. Делеган, О. С. Скобало // Науковий вісник НЛТУ України: Природничі дослідження на Розточчі. Львів: РВВ НЛТУ України, 2010. — Вип. 20. 16. — 288 с.
17. Дідух Я.П. Основи біоіндикації. – К.: Наук. думка, 2012. – 342 с.
18. Дідух Я.П. Оцінка стійкості та ризиків втрати екосистем // Наук. зап. НаУКМА. – 2014а. – Т. 158. Біологія та екологія. – С. 54–60.
19. Дідух Я.П. Порівняльна оцінка енергетичних запасів екосистем України // Укр. ботан. журн. —2007. — Вип. 64. — №2. — С. 177–194
20. Дідух Я. П. Реакція трав'яних угруповань на штучну зміну кількості опадів у Карадазькому природному заповіднику: вихідний стан експерименту / Я. П. Дідух, О. Л. Кузьманенко // УБЖ. – 2013 – Т. 70. – № 1. – С. 3–15.
21. Дідух Я.П., Ромащенко К.Ю. Теорія еконіші. Вимір широти та перекриття//Укр. ботан. журн. – 2001. – Т. 58, № 5. – С. 529–542

22. Дідух Я. П. Теоретичні підходи до створення класифікації екосистем / Я. П. Дідух // Укр. фітоцен. зб. – К., 2005. – Сер. С. Фітоекологія. – Вип. 23. – С. 3–15.
23. Дідух Я.П. Теоретичні проблеми еволюції рослинного покриву // Етюди фітоекології. – К.: Арістей, 2008. – С. 152–177.
24. Дідух Я.П. «Червона книга України. Рослинний світ». Післямова // Укр. ботан. журн. – 2010. – Т. 67, № 4. – С. 481–503.
25. Друге національне повідомлення України з питань зміни клімату. — К.: Інтерпрес ЛТД, 2006.
26. Екофлора України / Я. П. Дідух, П. Г. Плюта, В. В. Протопопова, В. М. Єрмоленко та ін. ; [відпов. ред. Я. П. Дідух]. – К. : Фітосоціоцентр, 2000. – Т. 1. – 284 с.
27. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь / [С.П. Іванюта, О. О. Коломієць, О. А. Малиновська, Л. М. Якушенко]; за ред. С. П. Іванюти. – К. : НІСД, 2020. – 110 с.
28. Клімат України / За ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченка. — К.: Вид-во Раєвського, 2003. — 343 с.
29. Метод клімадіаграм за Госсеном–Вальтером : практичний poradник (для студентів II, III та V курсів денного й I та VI курсів заочного відділень за напрямом 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» спеціальності 8.040106 «Екологія і охорона навколишнього середовища») з дисциплін «Загальна екологія», «Загальна екологія і основи заповідної справи» та «Заповідна справа» / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва ; уклад. : О. І. Спирін. – Х. : ХНАМГ, 2012. – 38 с.
30. Природа Українських Карпат / [Колектив авторів. За ред. проф. К. І. Геренчука]. — Львів : вид\_во льв. Ун\_ту, 1968. —266 с.
31. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992р. – № 2694 – XII.
32. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986—2005 рр.) /За ред. В.М. Ліпінського, В.І. Осадчого, В.М. Бабіченка. — К.: Ніка-Центр, 2006. — 312 + XVI с.

33. Халаїм О. О. Відповіді ґрунтових потоків вуглекислого газу трав'яних угруповань південно-східного Криму на зміну кількості опадів / О. О. Халаїм, І. Г. Вишенська // Наукові записки НаУКМА. – 2013. – Т. 142 : Біологія та екологія. – С. 60–65.
34. Чорнобай Ю. М. Трансформація рослинного детриту в природних екосистемах / Ю. М. Чорнобай. – Львів : Вид-во ДПМ НАН України, 2000. – 352 с.
35. Чубатий О.В. Захисна роль карпатських лісів. —Ужгород: Карпати, 1968. — 136 с.
36. Шпаківська І. М. Дихання ґрунту в екосистемах бореального ряду на верхній межі лісу Чорногори (Українські Карпати) : автореф. дис. ... канд. біол. наук : 03.00.16 / І. М. Шпаківська ; Дніпропетр. нац. ун-т. – Д., 2004. – 20 с.
37. A Comprehensive Sampling and Computing Procedure for Estimating Pasture Yield and Composition. 1. Field Sampling /J. C. Tothill, J. N. G. Hargreaves, R. M. Jones, C. K. McDonald //Botanal. Tropical Agronomy Technical Memorandum. –1992. – No. 78. – 24 p.
38. Andren O. Barley straw decomposition in the field: A comparison of models / O. Andren, K. Paustian // Ecology. –1987. – No. 68. – P. 1190–1200.
39. Bramwell D. Plant adaption and climate change // 2nd World Scientific Congress Challenges in Botanical Research and Climate Change. Programme Book of abstract 29 Juni — 4 july 2008. Delft, The Ne therlands. — P. 3.
40. Climate change 2007 — Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Assesment Report Four of the Intergovernmental Panes of Climate Change (IPCC). Cambridge University Press. — Cambridge. UK, 2007. — 973 p.
41. Dix R. L. The effect of burning on the mulch structure and species composition in grasslands in western South Dakota /R. L. Dix // Ecology. – 1960. – No. 41. – P. 49–56.

42. Dyksterhuis E. D. Natural mulches or “litter” of grasslands, with kinds and amounts on a southern prairie / E. D. Dyksterhuis, E. M. Schmutz // *Ecology*. – 1947. – No. 28. – P. 163–179.
43. Fischlin A. Concern on Climate Change // 2nd World Scientific Congress Challenges in Botanical Research and Climate Change. Programme Book of abstract 29 Juni — 4 July 2008. Delft, The Netherlands. — P. 2.
44. Fisher J. I, Mustard J. F., Vadeboncoeur M. A. Green leaf phenology at Landsat resolution: Scaling from the field to the satellite // *Remote Sensing of Environment*. — 100(2).— 2006. — p. 265–279.
45. Havens K.H. Plant responses to climate change: phenology, adaptation, migration // 2nd World Scientific Congress Challenges in Botanical Research and Climate Change. Programme Book of abstract 29 Juni — 4 July 2008. Delft, The Netherlands. — P. 6.
46. Hogda K. A., Karlsen S .R., Solheim I. Climatic change impact on growing season in Fennoscandia studied by a time series of NOAA AVHRR NDVI data // *Proc Int Geosci Remote Sens Symp*. — 3. — 2001. — p. 1338–1340.
47. Holland E. A. Litter placement effects on microbial and organic matter dynamics in an agroecosystem / E. A. Holland, D. C. Coleman // *Ecology*. – 1987. – No. 68. – P. 425–433.
48. Karlsen1 S. R., Hogda K. A, Wielgolaski F. E., et al. Growing\_ season trends in fennoscandia 1982–2006, Determined
49. Knapp A. K. Detritus accumulation limits productivity of tallgrass prairie / A. K. Knapp, T. R. Seastedt // *BioScience*. –1986. – No. 36. – P. 622–668.
50. Pastor J. Little bluestem litter dynamics in Minnesota oldfields /J. Pastor, M. A. Stillwell, D. Tilman // *Oecologia*. – 1987. –No. 72. – P. 327–330.
51. Wildung R. E. The Independent Effects of Soil Temperature and Water Content on Soil Respiration Rate and Plant Root Decomposition in Arid Grassland Soils / R. E. Wildung, T. R. Gauland, R. L. Buschbom // *Soil Biol. Biochem*. – Pergamon Press, 1975. – Vol. 7. – P. 373–378.

52. Wilson E.O. Biology and the social sciences //Daedalus. — 1977 — Vol. 106 (4) — P. 127–140.
53. 2nd World Scientific Congress Challenges in Botanical Research and Climate Change. Programme Book of abstract 29 juni — 4 july 2008. Delft, The Netherlands. — 149 p.
54. XVII International Botanical Congress. Abstracts. Vienna, Austria, Europe. — Austria Center Vienna, 17–23 July 2005. — 728 p.